

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Racionalizace výroby součástky ve firmě T Machinery a.s.

The Rationalization of Production Part in T Machinery a.s.
Company

Student:

Bc. Petr Píštěk

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Markéta Gregušová, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Pištěk**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 10 Technologický management
Téma: **Racionalizace výroby součástky ve firmě T Machinery a.s.**
The Rationalization of Production Part in T Machinery a.s. Company

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současného stavu výrobního toku dané součástky.
3. Posouzení situace a specifikace problémů.
4. Návrh zlepšení výroby vedoucí k zefektivnění výroby.
5. Zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství C. H. Beck, s. r. o., 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.
HÁDEK, L. *Organizace a řízení výroby II*. Ostrava: Vysoká škola podnikání, a.s., 2006. 70 s. ISBN 80-86764-37-0.
ŠPAČEK, J. a kol. *Optimalizace materiálového zajištění výrobní sféry*. 1. vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988. 90 s.
ZELENKA, A. – PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 131 s. ISBN 80-01-02870-4.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Markéta Gregušová, Ph.D.**


Konzultant diplomové práce: Ing. Marek Milde

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21.5.2012



.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem, byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB–TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB–TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB–TUO.
- bylo sjednáno, že VŠB–TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB–TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB–TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21.5.2012


.....
Podpis

Jméno a příjmení autora:

Bc. Petr Píštěk

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Vracov, Skoronská 1450

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

PÍŠTĚK, P. *Racionalizace výroby součástky ve firmě T Machinery a.s.: diplomová práce.*

Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 91s. Vedoucí práce: Gregušová, M.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí a to teoretické a praktické. V teoretické části se zabývám možnostmi racionalizace výroby a tím i souvisejícími normami spotřeby práce. V praktické části se zabývám racionalizací konkrétní součástky zvané „Unašeč satelitů“ ve společnosti T Machinery a.s. Nejprve jsem zhodnotil pomocí snímku pracovního dne tok dané součástky výrobou. Poté jsem za použití vícekriteriálního rozhodování, vybral jednu z variant řešení zkrácení doby výroby dané součástky. V poslední části jsem zjistil přínos pro společnost a ekonomickou návratnost investice.

Klíčová slova: součástka, Unašeč satelitů, racionalizace výroby, ekonomická návratnost, výrobní časy.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

PÍŠTĚK, P. *Rationalization of the production process of a component in T Machinery a.s.: thesis.*

Ostrava: VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 91s. Professional consultant: Gregušová, M.

The thesis consists of two main parts. The theoretical part and the Practical part. In the Theoretical part I am dealing with the possibilities of rationalization of the production process as well as the norms of labour related to the production."

In the Practical part I am interested in rationalizing the production process of a particular part called „Satellite carrier“ produced by T Machinery a.s. First I evaluated the material flow through the production process from the working day record, then on the basis of multi-criteria decision I selected the best solution for reducing the production times. In the conclusion I realized the benefit for the company and the capital return on the investment.

Key words: component, satellite carrier, rationalization of the production process, recoverability, production time.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod.....	10
<i>Teoretická část</i>	11
1 Obecná charakteristika řešené problematiky	11
1.1 Racionalizace výroby.....	11
1.2 Metody přístupu k racionalizaci práce.....	13
1.3 Normy spotřeby práce.....	16
1.3.1 Členění spotřeby času pracovníka ve směně	18
1.3.2 Druhy rozdělení spotřeby času výrobního zařízení na operaci.....	20
1.4 Časové studie	22
1.5 Vícekriteriální rozhodování	27
1.5.1 Stanovení koeficientu významnosti	27
1.5.2 Metody vícekriteriálního rozhodování.....	30
<i>Praktická část</i>	32
2 Charakteristika společnosti T Machinery a.s.	32
2.1 Organizační struktura společnosti T Machinery a.s.....	33
2.2 Vývoj společnosti T Machinery a.s.	34
2.3 Sortiment výroby	36
2.3.1 Kombajn MB 410E.....	37
3 Analýza současného stavu	38
3.1 Tok součástky výrobou	39
3.2 Snímek pracovního dne zaměstnance u stroje „bruska na kulato“	44
3.2.1 Vyhodnocení snímku pracovního dne – „bruska na kulato“	44
3.3 Snímek pracovního dne zaměstnance u „odvalovací frézky“	47
3.3.1 Vyhodnocení snímku pracovního dne – „odvalovací frézka“	47
4 Posouzení situace a specifikace problémů.....	50
4.1 Návrh varianty řešení.....	51
4.1.1 Specifikace požadavků na nový stroj.....	51
4.2 Vymezení nabídek	52
4.2.1 MULTUS B750	52
4.2.2 CTX GAMMA 2000TC.....	53
4.2.3 Multicut 630/3000 S	55
4.3 Volba vhodného stroje	56
4.3.1 Stanovení koeficientu významnosti metodou pořadí.....	57
4.3.2 Stanovení koeficientu významnosti metodou známkování	60
4.3.3 Vícekriteriální rozhodování - využití metody bazické	65
5 Zhodnocení navrhovaného řešení	68

5.1 Tok součástky výrobou dle nového technologického postupu	68
5.2 Porovnání časů původního postupu a stroje Multicut.....	71
5.3 Ekonomická návratnost investice	72
Závěr	75
Seznam použité literatury	77
Seznam příloh	79
Seznam obrázků a tabulek	80

Seznam použitých značek a symbolů

a.s.	akciová společnost	[-]
EU	Evropská unie	[-]
ISO	Mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem (International Standard Organisation)	[-]
s.r.o.	společnost s ručením omezeným	[-]
USA	Spojené státy americké (United States of America)	[-]
A	počet kusů na splacení stroje	[ks]
α_j	součet čísel přiřazených j-tému kritériu	[-]
α_{kj}	číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu	[-]
β_{kj}	„známka“ přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu	[-]
B_j	koeficient významnosti (B) j-tého kritéria	[-]
B_{jN}	normovatelný koeficient významnosti j-tého kritéria	[-]
C_M	cena stroje Multicut	[kč]
d	počet pracovních dnů v roce	[dny]
d_M	počet pracovních dnů pro výrobu součástky na stroji Multicut	[dny]
d_{ntp}	počet dnů podle nového technologického postupu	[dny]
d_{stp}	počet dnů podle starého technologického postupu	[dny]
h_{bj}	hodnota j-tého kritéria u bazické varianty	[-]
h_{ij}	hodnota i-té varianty j-tého kritéria	[-]
m	počet kritérií	[-]
p	počet expertů	[-]
P_K	počet kusů za rok	[ks]
P_{kj}	důležitost (váha) j-tého kritéria u k-tého experta	[-]
d_v	výrobní dávka	[ks]
K_C	koeficient přirážky času směnového	[-]
MB	Tovární označení stroje - kombajn	[-]
$N_{\check{c}}$	výkonová norma času	[min]
N_m	výkonová norma množství	[min]
N_I	návratnost investice	[rok]
T	čas směny pracovníka	[min]
T_A	čas jednotkový	[min]
t_{AC}	čas jednotkový s přídavkem času směnového	[min]

T_B	čas dávkový	[min]
t_{BC}	čas dávkový s přídavkem času směnového	[min]
T_C	čas směnový	[min]
T_D	osobní ztráty	[min]
T_E	technickoorganizační ztráty	[min]
T_F	ztráty vyšší moci	[min]
t_m	čas výrobního zařízení	[min]
T_n	nutný čas (normovatelný čas)	[min]
T_Z	zbytečný čas (ztrátový)	[min]
T_1	čas práce	[min]
T_1'	skutečná spotřeba času práce	[min]
T_2	čas obecně nutných přestávek	[min]
T_2'	skutečná spotřeba času obecně nutných přestávek	[min]
T_3	čas podmíněčně nutných přestávek	[min]
T_3'	skutečná spotřeba času podmíněčně nutných přestávek	[min]
T_4	čas chodu výrobního zařízení	[min]
T_5	čas klidu výrobního zařízení	[min]
T_6	čas interference výrobního zařízení	[min]
U_1	stupeň zaměstnanosti pracovníka	[%]
U_2	podíl podmíněně nutných přestávek	[%]
U_3	podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem	[%]
U_4	podíl zbytečné spotřeby času způsobené technickoorganizačními ztrátami	[%]
U_5	podíl zbytečné spotřeby času způsobené vyšší mocí	[%]
U_6	procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem	[%]
U_7	procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technickoorganizačními nedostatky	[%]
U_8	celkové procento možného zvýšení produktivity práce	[%]
x	počet variant	[-]
$Z_{\check{c}}$	zkrácení času	[%]
z_{ij}	dílčí porovnání všech uvažovaných variant s variantou bazickou	[-]
Z_S	čistý zisk na jednom kusu součástky	[kč]

Úvod

„Nikdy nebude vynalezen systém, který by zcela odstranil nutnost pracovat [4].“

Henry Ford

Aby byla zachována konkurenceschopnost podniku, tedy aby neustále dosahoval vyšších výkonů a kvalitnějších výrobků, je zapotřebí jeho neustálá modernizace z hlediska výrobních zařízení. Tato modernizace pak sebou přináší vyšší pracovní výkony a to při neustálém zkracování doby výroby. Tyhle možnosti pak dovolí společnosti snižovat cenu výrobků a tím posílit svou pozici na daném trhu.

V diplomové práci se tedy zabývám racionalizací výroby ve společnosti T Machinery a.s. Zde byla nejprve popsána struktura společnosti a její sortiment, se kterým společnost disponuje na trhu. Poté je popsáno zaměření na racionalizaci výroby součástí zvané „Unašeč satelitů“. Pro vypracování a zhodnocení analýzy současného stavu toku materiálu ve výrobním prostředí firmy byla zvolena časová studie, konkrétně snímek pracovního dne. V návaznosti na vypracování snímku pracovního dne, byly zpracovány výsledky, které vedou k racionalizaci výroby součástky.

V následující kapitole bude stanoven koeficient významnosti, pomocí metody pořadí a metody známkování na to následně navazuje vícekritériální rozhodování, kde bude použita metoda bazická, přičemž bude vybrána nejvhodnější varianta nového multifunkčního zařízení, která bude schopna patřičně zefektivnit výrobu součástí. Při tomto rozhodování se vycházelo ze tří zakázek, které společnost dostala od renomovaných podniků.

Závěr praktické části byl zaměřen na patřičné časové úspory, které byly porovnány s předešlou technologií a také výpočet ekonomické návratnosti investice.

Společnost T Machinery a.s. stanovila cíle diplomové práce, kterými jsou výpočty ekonomické návratnosti, volba vhodného stroje a úspory času, které investice sebou přinese.

Teoretická část

1 Obecná charakteristika řešené problematiky

Pod pojmem racionalizace si lze představit neustálé zdokonalování výrobního systému.

Současný hospodářský stav vyžaduje, aby všechny podnikatelské subjekty se snažily o neustálé zvyšování konkurenceschopnosti a z toho plynoucí i související zvyšování produktivity práce. Princip, jímž lze dosáhnout konkurenceschopnosti tedy spočívá v tom, aby se výrobní proces uskutečňoval na stále vyšší úrovni technologie, techniky, organizace práce, řízení a výroby. Oproti průmyslově vyspělým zemím u nás stále zaostává spotřeba práce na jednotku výroby, tím pádem je způsobeno to, že podniky nejsou schopny konkurovat zahraničním podnikatelským subjektům a pracují tak především s nižší úrovní produktivity práce a z toho vyplývající nižší efektivností. [1]

1.1 Racionalizace výroby

Obecně lze pojem racionalizace chápat jako rozumové vládnutí pracovnímu úseku. Základ této myšlenky spočívá ve vyloučení zbytečných ztrát a využití případných existujících rezerv. Racionalizace se tedy upíná k neustálému zavádění nových technických a organizačních opatření. Racionalizaci musíme vždy podložit ekonomickou kalkulací, směřující k rentabilitě a hospodárnosti. Typickým oborem, ve kterém lze racionalizaci uplatnit je racionalizace práce, zde musí být dokonale spojena pokroková řešení technologie, fyziologie, organizace a psychologie práce v normě výkonu. Další významnou částí, kde lze uplatnit racionalizace v podniku, je racionalizace produktivního fungování základních výrobních fondů. Zde dochází k řešení problémů souvisejících s přípravou práce, přesunem zařízení, obsluhou, údržbou strojů atd.

V neposlední řadě je třeba myslet na racionalizaci materiálového toku, s tím související jednak pohyb materiálu a materiálové hospodaření. Pohyb materiálu sebou nese velké ztráty v podobě manipulace a přepravy, z toho plynou rostoucí náklady a podíl práce. Proto se při racionalizaci snažíme vyloučit zbytečné přepravy, tzn., že se snažíme volit

co nejkratší cesty a snažíme se zvyšovat plynulost přepravy. Největší možnosti racionalizace jsou však v administrativní oblasti řízení.

Cílem racionalizace je tedy dosažení nejvyšší produktivity za minimálních investic. Hranice, kterých vlivem zvýšené produktivity práce můžeme dosáhnout, jsou těžko stanovitelné, jelikož se jedná o neustálé zlepšování výrobního systému. [1]

Základní nástroje racionalizace:

- ✓ optimalizace provádění pracovních operací,
- ✓ ergonomie pracoviště – uspořádání a vybavení pracoviště,
- ✓ technické úpravy pracovišť – přípravky, držáky,
- ✓ technologičnost konstrukce,
- ✓ uspořádání pracovišť. [1]

Postup racionalizace:

- ✓ vyhodnocení pracovního systému,
- ✓ funkčnost současného pracovního systému,
- ✓ vhodná volba racionalizačních opatření,
- ✓ realizace opatření,
- ✓ výsledky přínosů. [1]

Racionalizaci lze rozdělit z hlediska jejího poslání na:

1) preventivní racionalizace - jedná se o racionalizaci, která je zaměřena na vyhodnocení předprojektové a projektové dokumentace. Cílem je zjištění, zda je dokumentace zpracována komplexně (technické řešení, organizační uspořádání). Vyhodnocení preventivní racionalizace je zaměřeno na rozmístění pracovišť a určení vhodného počtu pracovních míst. [1]

2) korektivní racionalizace - princip této metody racionalizace spočívá v tom, že je vyhodnocována ve skutečných pracovních podmínkách technického vybavení a při dané technologii výrobního procesu. Její princip spočívá v neustálém hledání různých řešení a navrhování příslušných změn v organizačním uspořádání pracovního procesu, zde jsou zahrnuty změny technického charakteru menšího rozsahu a zpracování těchto změn do norem spotřeby práce. [1]

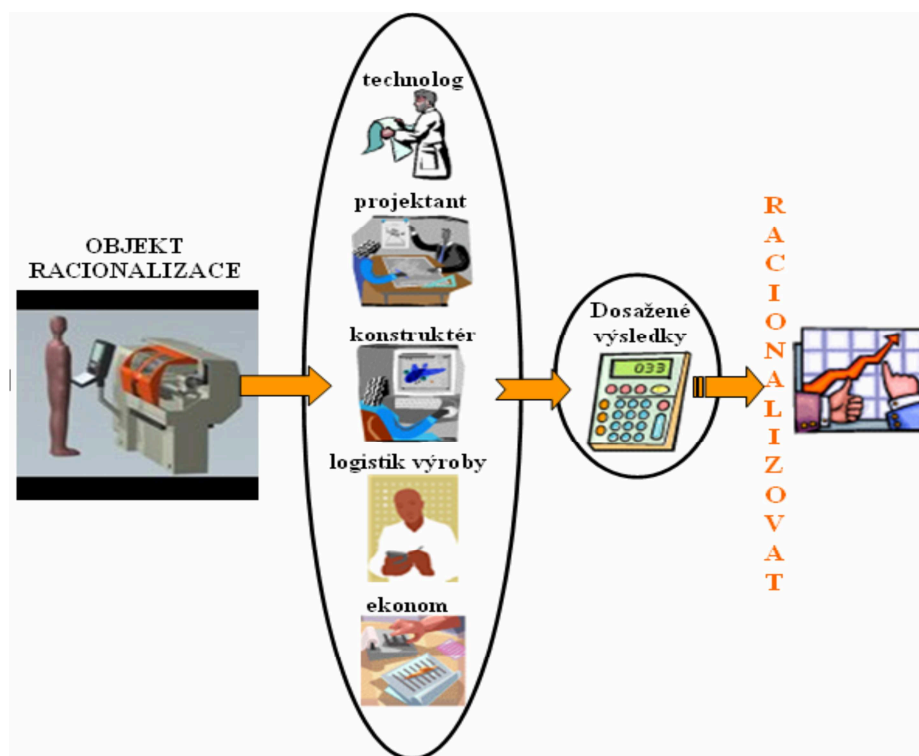
Korektivní racionalizace se zaměřuje na:

- ✓ uskupení pracoviště,
- ✓ počet pracovníků,
- ✓ materiálový tok,
- ✓ pracovní místa postupů,
- ✓ normy spotřeb. [1]

1.2 Metody přístupu k racionalizaci práce

Lidskou práci můžeme sledovat z pohledu dvou hlavních přístupů a to komplexního a komponentního a dvou vedlejších přístupů systémového a procesního. Vzhledem k současnému trendu vývoje se racionalizace provádí pomocí systémového přístupu.

A) Komplexní přístup - jedná se o vícehlediskový přístup, který se přibližuje k řešení všech částí celku jednotlivě. Princip tedy spočívá v tom, že se subjekt racionalizace práce pozoruje z hlediska konstrukčního, technologického, organizačního, ekonomického atd. a na základě těchto současných, ale jednotlivých přístupů, dojde k vyhodnocení racionalizačních opatření. Příklad je představen na obr. 1.1. [1]

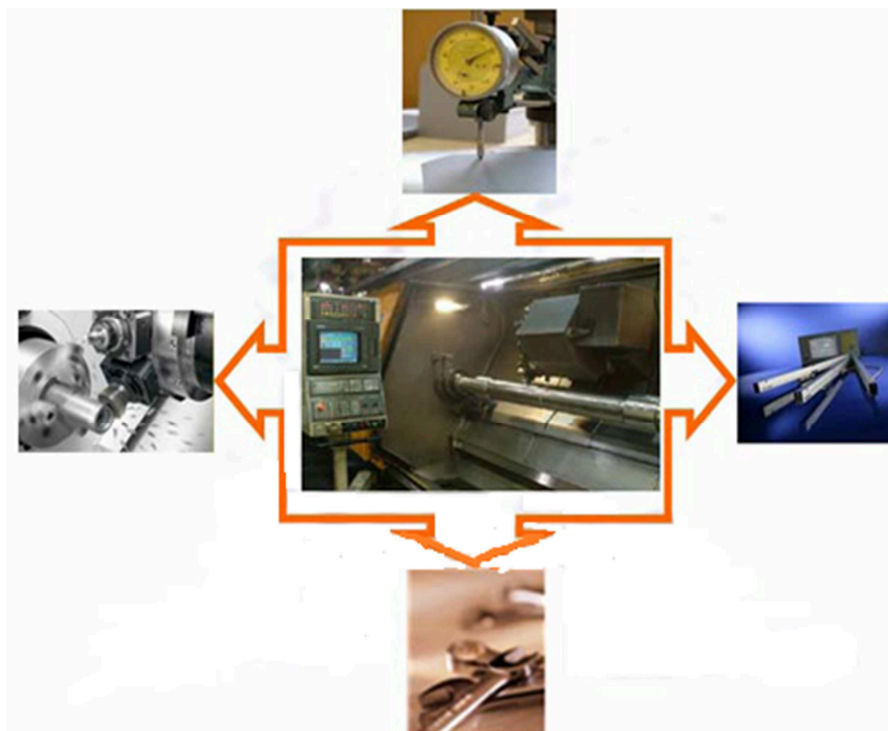


Obr. 1.1 Příklad komplexního přístupu u CNC obráběcího stroje [1]

B) Komponentní přístup - tento přístup se zaměřuje jen na určitou stránku objektu racionalizace práce jako např.: pracoviště, materiál atd., soustřeďuje se pouze jen na jednu část celku a to z hlediska:

- ✓ **funkčního** (hledisko technologie výroby, normování práce, řízení apod.),
- ✓ **místního** (pracoviště jednotlivce určité profese),
- ✓ **prvkového** (práce stroje bez zřetele na práci člověka),
- ✓ **parametrového** (v potaz se bere jen jeden z parametrů, který charakterizuje úroveň zkoumaného objektu).

Komponentní přístup je však nedostačující a tím je znemožněno dosažení vysoké efektivnosti, která souvisí s nalezením optimálního řešení a realizací změn na objektu racionalizace práce viz obr. 1.2. [1]



Obr. 1.2 Příklad komponentního přístupu u CNC obráběcího stroje [1]

C) Systémový přístup - vzhledem k současnému vysokému vědeckotechnickému pokroku si racionalizace práce vyžaduje další metodická zdokonalení. Systémový přístup vyžaduje respektovat celkovou charakteristiku objektu racionalizace práce, kde tomu nebylo dosaženo u komplexního a komponentního přístupu. Zařazení tohoto systémového přístupu v metodologii umožňuje kompletní odstranění nedostatků, které vzniknou u komponentních a komplexních přístupů viz obr. 1.3.

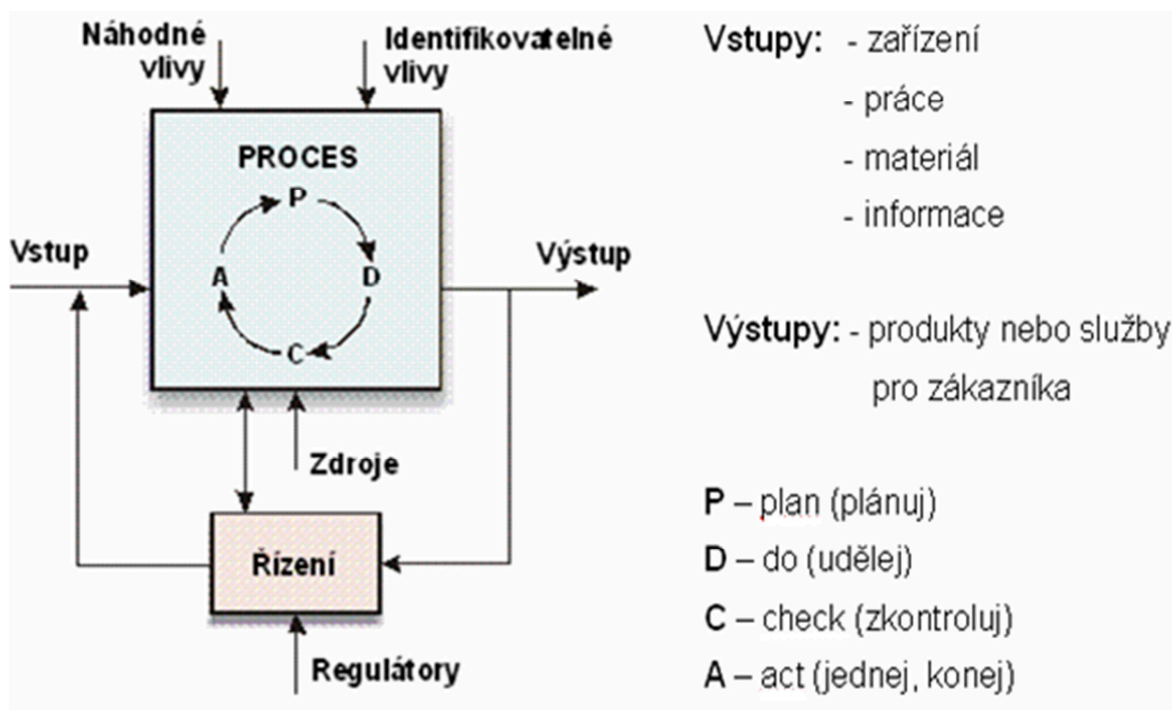
„Objekt racionalizace práce může být např. soustruh jako pracoviště jednotlivce, který se zkoumá celkově (synteticky) tak, aby se dala vymezit jednotlivá zadání problémů na řešení, které přesně vymezují hledisko i cíl zkoumání (přípustné řešení). V tomto případě se snažíme řešit např. optimální řezné podmínky vůči výdržím nástroje jako systém [1]”.



Obr. 1.3 Příklad systémového přístupu při řešení optimálního hrubování [1]

D) Procesní přístup - tento přístup pojednává o možnosti, kdy procesy procházejí neustálým zdokonalováním tak, aby byla dosažena spokojenost zákazníka s dodanou hodnotou, která je brána jako stěžejní indikátor. Dosažení spokojenosti zákazníka je docíleno plněním jeho požadavků, zde musí dojít k řízení a hledání vzájemně propojených činností. Výhodou procesního přístupu je neustálé řízení vazeb mezi jednotlivými procesy. Na proces je možno aplikovat metodologii PDCA, která v sobě zahrnuje (Plan, Do, Check, Action), viz obr. 1.4. [1]

Proces - můžeme chápat dvěma způsoby a to jako: „Transformace vstupů do konečného produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu, za kterou zákazník zaplatí.“ nebo „Soubor úkonů a aktivit, které vedou k dodání výrobku a služeb zákazníkovi[1]“.



Obr. 1.4 Systém procesu v podniku [1]

1.3 Normy spotřeby práce

Technické normování je metoda, která stanoví délky času pro výrobu konkrétní součásti výrobku nebo k provedení konkrétní práce, samozřejmě se zde musí počítat i různé vlivy, které zde působí. Výsledkem technického normování jsou normy spotřeby práce. Normou pracnosti výrobku chápeme jako součet norem času jednotlivých operací. [2]

Normy spotřeby práce se člení na:

- A) normy výkonové,
- B) normy obsluhy,
- C) normy početních stavů pracovníků.

A) **Normy výkonové** - jde o normy, které vyjadřují míru práce pracovníka pro výkon určité činnosti. Tyto normy je možno dále rozdělit z hlediska:

- času – jsou vyjádřeny množstvím potřebného času na jednotku výkonu,
- množství – jsou vyjádřeny množstvím výkonů, které mají být provedeny za jednotku času.

Mezi výkonovou normou času a množstvím lze uplatnit vztah:

$$N_m = \frac{T}{N_{\check{c}}} \quad [\text{min}] \quad (1)$$

kde:

N_m	.....	výkonová norma množství
$N_{\check{c}}$	.....	výkonová norma času
T	.....	pracovní čas, k němuž se vztahuje norma množství [2]

B) Normy obsluhy - jedná se o normu, která vyjadřuje počet potřebných pracovníků, pro obsluhu příslušného výrobního zařízení nebo jaký počet výrobních zařízení připadá právě na jednoho pracovníka.

C) Normy početních stavů pracovníků - norma vyjadřující počet pracovníků potřebné kvalifikace, kteří jsou potřeba k zajištění výkonu všech prací v určitém odborném útvaru. Tyto normy jsou nejvíce využívány u technickohospodářských pracovníků a režijních pracovníků, kde právě práci těchto pracovníků není možno normovat výkonovými normami. [2]

Členění operací při rozborech práce a normování

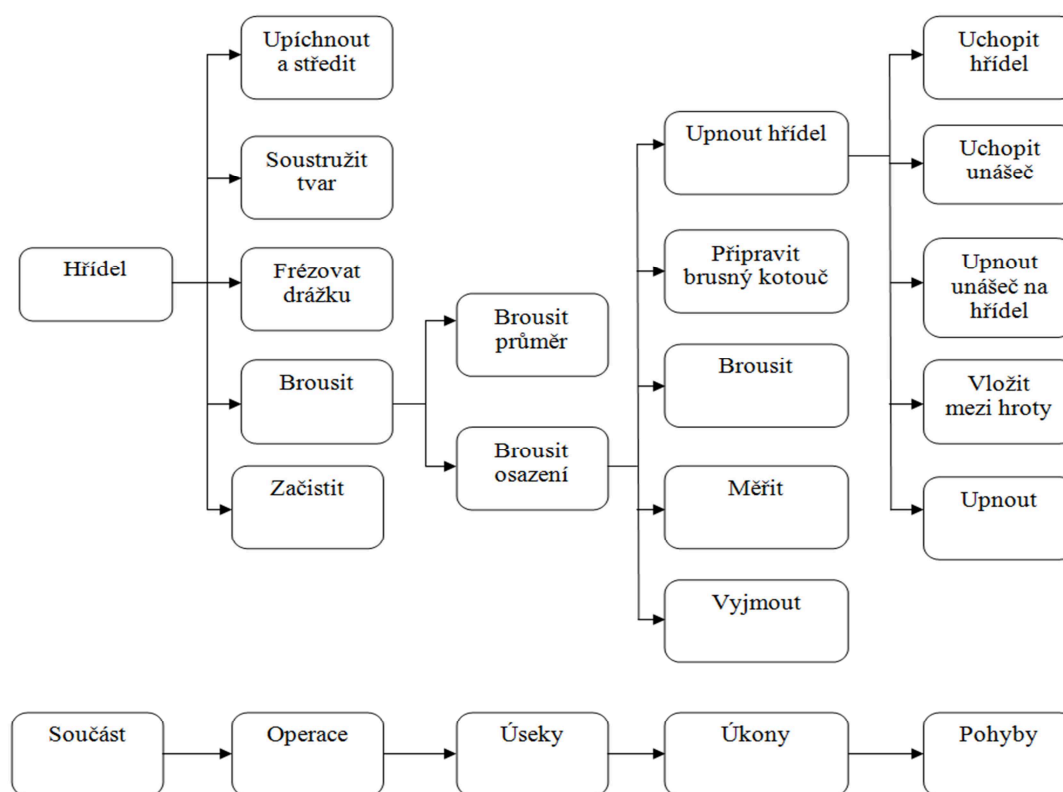
Jedná se o základní rozdělení výrobního procesu součástí na jednotlivé operace, úseky, úkony a pohyby. Pro lepší představu nám slouží obr. 1.5 Příklad členění výrobního procesu.

Operace – jedná se o souvislou část pochodu, která je časově vymezená výrobním nebo technologickým postupem a bývá přidělována jako samostatný úkol a to buď jednomu pracovníkovi, nebo popřípadě i četě pracovníků.

Úsek – jedná se o určitou část operace, která je prováděna za určitých výrobních podmínek, které jsou neměnné. Úsek lze považovat i za samostatnou práci.

Úkon – jde o část úseku, která je ukončená typickou činností pracovníka, kde tato činnost je vymezena účelem, obsahuje jednoduchou pracovní činnost stejného charakteru.

Pohyb – jde o hlavní prvek pracovního úkonu, v podstatě jde o nejmenší pracovní činnost. [2]

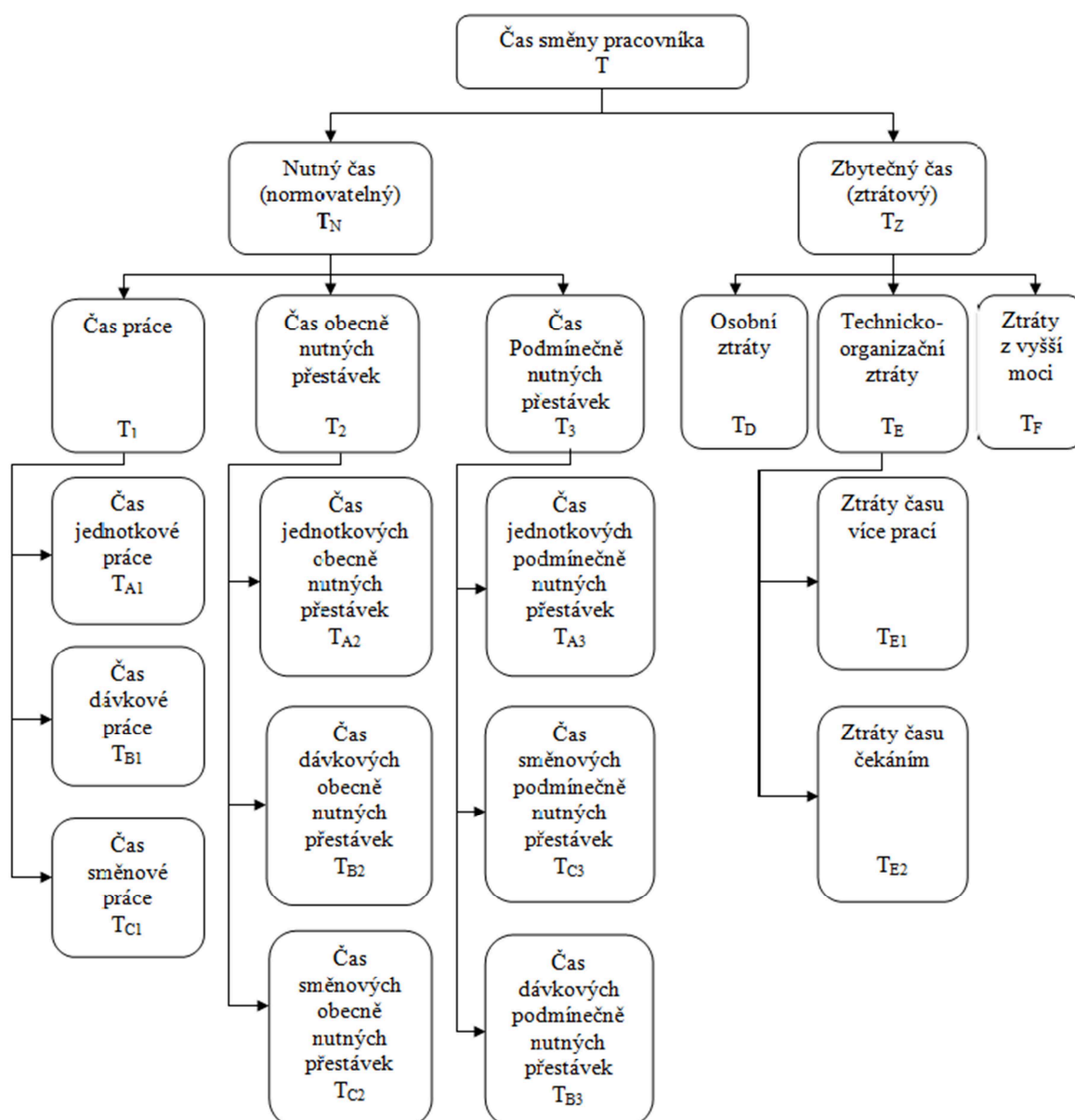


Obr. 1.5 Příklad členění výrobního procesu [2]

1.3.1 Členění spotřeby času pracovníka ve směně

V této podkapitole vidíme na obr. 1.6 Členění spotřeby času pracovníka ve směně. Což znamená, že při každé výrobě má pracovník svůj čas nutný (normovatelný), který se pak dělí na čas práce, čas podmíněčně nutných přestávek a čas obecně nutných přestávek, kromě toho se tyto časy rozdělují ještě podle toho, zda se jedná o čas jednotkový, dávkový nebo směnový. Kromě času nutného (normovatelného) má pracovník i čas zbytečný (tzv. ztrátový). Tento čas v sobě zahrnuje jednak čas osobních ztrát, čas technickoorganizačních ztrát a ztráty způsobené vyšší mocí.

Členění je zde uvedeno z důvodu týkajícího se praktické části diplomové práce, kde bylo prováděno pozorování pracovníka a z tohoto pozorování, byl sestaven snímek pracovního dne, který je zde poté rozepsán a rozdělen na jednotlivé uvedené časy. Podnik pak dostane konkrétní přehled o tom, jak je pracovník na daném stroji vytížen a jak lze zefektivnit jeho výrobu.



Obr. 1.6 Členění spotřeby času pracovníka ve směně [2]

Spotřeba času pracovníka na operaci tvoří: [2]

Čas nutný (t)

- čas jednotkový (t_A) – je čas, který je vztažen na jeden kus, tedy jeden výrobek,
- čas dávkový (t_B) – je čas, který je vztažen na jednu dávku, tedy několik výrobků v dané dávce,
- čas směnový (t_C) – je čas, který je vztažen na jednu celou směnu.

Obecně lze normu času pracovníka zapsat jako:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \quad [\text{min}] \quad (2)$$

kde:

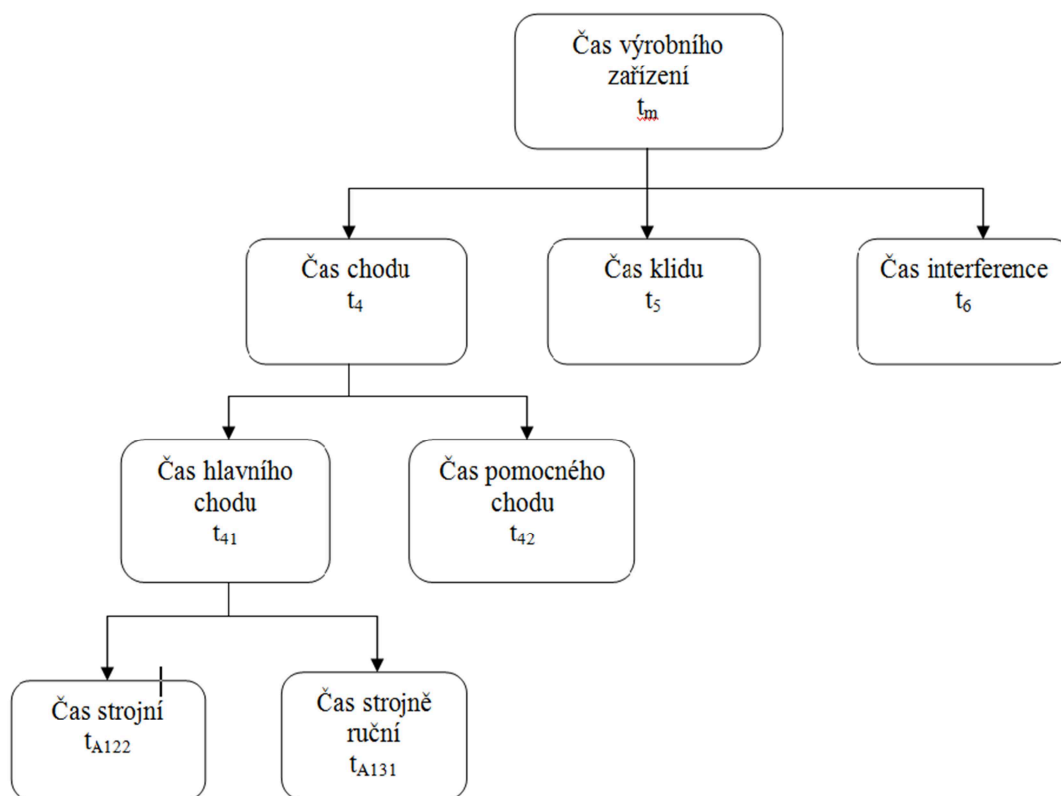
t_1 čas práce

t_2 čas obecně nutných přestávek

t_3 čas podmíněčně nutných přestávek [2]

1.3.2 Druhy rozdělení spotřeby času výrobního zařízení na operaci

Zde můžeme vidět zobrazené časy, které spotřebovává výrobní zařízení. Patří sem jednak čas chodu, tento čas se pak dále dělí na čas pomocného chodu a čas hlavního chodu. Čas hlavního chodu můžeme dále rozdělit na čas strojní a čas strojně ruční. Mezi další hlavní časy výrobního zařízení patří čas klidu a čas interference, viz obr. 1.7 Členění spotřeby času výrobního zařízení.



Obr. 1.7 Členění spotřeby času výrobního zařízení [2]

Čas výrobního zařízení se vypočte ze vztahu:

$$t_m = t_4 + t_5 + t_6 \quad [\text{min}] \quad (3)$$

kde:

t_4 čas chodu

t_5 čas klidu

t_6 čas interference (tento čas se využívá pouze u vícestrojové obsluhy) [2]

Výpočet normované pracnosti (T_n):

$$T_n = t_{AC} + \frac{t_{BC}}{d_v} \quad [\text{min}] \quad (4)$$

kde:

d_v výrobní dávka

t_{AC} čas jednotkový s přídavkem času směnového

t_{BC} čas dávkový s přídavkem času směnového [2]

Čas jednotkový s přídavkem času směnového se vypočte ze vztahu: [2]

$$t_{AC} = t_A * k_C \quad [\text{min}] \quad (5)$$

Čas dávkový s přídavkem času směnového se vypočte ze vztahu:

$$t_{BC} = t_B * k_C \quad [\text{min}] \quad (6)$$

kde:

k_C koeficient přírážky času směnového [2]

Koeficient přírážky času směnového vypočteme ze vztahu:

$$k_C = \frac{T}{T - T_C} = \frac{T_A + T_B + T_C}{T_A + T_B} \quad [\text{min}] \quad (7)$$

kde:

T	.....	čas směny pracovníka
T _A	.....	čas jednotkový
T _B	.....	čas dávkový
T _C	.....	čas směnový [2]

1.4 Časové studie

Časové studie jsou v dnešní době považovány za jedny z nejstarších metod racionalizace, do těchto časových studií patří snímek pracovního dne, snímek operace popřípadě momentové pozorování a metoda dvoustranného pozorování. [3]

Snímek pracovního dne

Jedná se o metodu, u které společně se snímkem operace dochází k nepřetržitému studiu spotřeby času. Pomocí této metody jsme schopni zjistit skutečnou spotřebu času pracovníka a strojního zařízení.

Metoda spočívá v nepřetržitém pozorování a tím související zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka popřípadě skupiny pracovníků, během celé nepřetržité směny. Jedná se o univerzální metodu, pomocí které jsme po určité úpravě schopni zaznamenávat pracovní časy dělníka, administrativního i řídicího pracovníka nebo i činnost strojního zařízení. [3]

Vypracování snímku pracovního dne tvoří 3 etapy:

- 1) **příprava pozorování** – zde se vytváří vhodné podmínky pro pozorování a získání potřebných údajů o spotřebě pracovního času. V této etapě si lze položit tyto základní body:
 - a) cíl snímku,
 - b) výběr pracovníka nebo pracoviště pro pozorování daného úkolu,
 - c) určení rozmezí času, ve kterém se dané pozorování provede,

- d) musíme vybrat pracovníka, který bude zastávat roli pozorovatele, kde jeho úkolem bude seznámit se s objektem pozorování a to včetně pracovníků působících v objektu. [3]
- 2) **vlastní pozorování, měření a zaznamenávání** – zde již pozorovatel pověřený příslušným úkolem sleduje činnost dělníka na pracovišti a to od začátku až do konce směny, jeho úkolem je zde zaznamenávat začátek a konec stejných druhů činností a popisovat tyto činnosti do předem připraveného pozorovacího listu. [3]
- 3) **vyhodnocení snímku pracovního dne** – zde se vypočítávají jednotlivé časy operací, kde dojde k vyhodnocení těchto časů z hlediska obsahu činností. [3]

Typy snímků pracovního dne

- A) **Snímek pracovního dne jednotlivce** - při tomto druhu snímku pracovního dne pozorovatel provádí jen pozorování jednoho pracovníka. To nám umožňuje získat podrobné informace o spotřebě času pracovníka a strojního zařízení. [3]
- B) **Snímek pracovního dne čety** - užití tohoto snímku je pro pozorování pracovní činnosti skupiny pracovníků, kteří vykonávají společnou práci. Zde musí dojít k zaznamenání velikosti a druhu spotřebovaného pracovního času každého jednotlivce a také se musí zaznamenat činnosti, které provádělo několik členů čety současně. [3]
- C) **Hromadný snímek pracovního dne** - tato metoda umožňuje sledovat a zaznamenávat až 30 samostatně pracujících pracovníků. Daná možnost je reálná jen za předpokladu, že zde bude použita různá technika pozorování, měření a zaznamenávání. Na rozdíl od předešlých dvou snímků musí pozorovatel obcházet během pracovní směny a ve stejných intervalech dělníky a dále během toho musí zaznamenávat do pozorovacího listu činnosti dělníka při příchodu na pracoviště. Doba intervalu, při které musí pozorovatel obcházet pracující dělníky, závisí na počtu těchto pozorovaných dělníků a vzdálenosti, kterou musí pozorovatel překonat při obchůzce. [3]

D) Vlastí snímek pracovního dne - metoda spočívá v tom, že se na rozdíl od ostatních zaměřuje především jen na časové ztráty vzniklé z důvodů technických a organizačních nedostatků. Vzniklé časové ztráty a jejich důvod zaznamená dělník sám. Dělník zde zastává roli pozorovatele, sám do pozorovacího listu zapisuje výskyt ztrát, jejich příčinu a případně navrhuje opatření na jejich odstranění. [3]

Snímek operace

Jedná se o metodu, která se zaměřuje na skutečnou spotřebu času, při opakovaných operacích nebo jejich úkonech na pracovišti jednotlivce, tedy na několika stejných pracovištích, kde k měření dochází za pomoci stopky.

Při pozorování stejné operace na stejných pracovištích, dostaneme informace o časové náročnosti jednotlivých úkonů a tím i celé operace, což nám umožní vypracovat normy spotřeby práce dělníka. [3]

Postup provádění snímku operace probíhá ve třech etapách:

- 1) **příprava k pozorování** – tato etapa obsahuje jednak cíl pozorování, objekt pozorování, dále pozorovatel se musí seznámit s výrobním procesem, rozdělení jednotlivých operací, určení délky zkoumání atd. [3]
- 2) **bezprostřední pozorování a zaznamenávání** – do připraveného pozorovacího listu zde zapisujeme změřené časové hodnoty v každém mezním bodě. Jde o náročnou část pozorování jelikož, zde jde o rychlé a přesné reakce pozorovatele. [3]
- 3) **vyhodnocení získaných informací a jejich úprava pro další použití** – zde dochází k vyhodnocení informací a jejich úpravě pro další použití. Je zde zahrnut:
 - a) výpočet jednotlivých časů,
 - b) charakterizace časové řady střední hodnoty pomocí metody:
 - aritmetického průměru,
 - mediánovou metodou,
 - modusovou metodou.

c) vyhodnocení variability hodnot časové řady pomocí metody:

- koeficientu rozpětí,
- směrodatné odchylky,
- variačního koeficientu. [3]

Druhy snímků operace

A) Plynulá chronometráž - princip metody spočívá v nepřetržitém pozorování spotřeby času pro všechny úkony měřené práce. Je to metoda, která se využívá u sériové a hromadné výroby, protože je v těchto typech výroby znám sled a počet pravidelně opakujících se operací, proto je nám umožněno zjistit skutečnou spotřebu času u jednotlivých úkonů a tím i celé operace. [3]

B) Výběrová chronometráž - u této metody není hlavní prioritou celá operace, ale zaměřuje se na pravidelně i nepravidelně opakující se předem známé úkony. Touto metodou jsme schopni zjistit průměrnou spotřebu času na vybrané úkony. Pozorovatel zaznamená jen průběžný čas úkonů. [3]

C) Snímková chronometráž - používá se k průzkumu tokových operací, u kterých nelze předem stanovit jejich průběh. Zde se zaznamenává jednak čas, ale i účel jeho použití. Jedná se tedy o kombinaci snímku pracovního dne a chronometráže. [3]

Nedostatky při použití metod snímků operace a snímku pracovního dne:

- ✓ poskytují nekomplexní jednostranné informace pouze o spotřebě času dělníka v pracovním procesu. Nelze zde vyčíst, zda jsou výrobní prvky rozmístěny tak, aby byly zajištěny optimální podmínky pro práci dělníka,
- ✓ pozorování je pracné, pokud dojde k pozorování více dělníků, bude zapotřebí i stejného počtu pozorovatelů,
- ✓ přesnost získaných informací je ovlivněna schopnostmi pozorovatele. Pokud dojde k použití techniky, jakou může být kamera, získáme téměř 100% přesnost údajů spotřeby času práce,
- ✓ nelze je použít u výrobků s nízkou opakovatelností a takových, které jsou složité, jelikož zde není znám předem jejich postup. [3]

Výpočty pro skutečné využití času směny

A) Stupeň zaměstnanosti pracovníka - U_1 :

$$U_1 = \frac{T'_1 + T_2}{T} * 100 \quad [\%] \quad (8)$$

B) Podíl podmíněně nutných přestávek - U_2 :

$$U_2 = \frac{T'_3}{T} * 100 \quad [\%] \quad (9)$$

C) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem - U_3 :

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} * 100 \quad [\%] \quad (10)$$

D) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technickoorganizačními ztrátami - U_4 :

$$U_4 = \frac{T_E}{T} * 100 \quad [\%] \quad (11)$$

E) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené vyšší mocí - U_5 :

$$U_5 = \frac{T_F}{T} * 100 \quad [\%] \quad (12)$$

F) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem - U_6 :

$$U_6 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad [\%] \quad (13)$$

G) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technickoorganizačními nedostatky - U_7 :

$$U_7 = \frac{T_E}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad [\%] \quad (14)$$

H) Celkové procento možného zvýšení produktivity práce - U_8 :

$$U_8 = U_6 + U_7 \quad [\%] \quad (15)$$

kde:

T'_1	.....	skutečná naměřená spotřeba času práce
T_2	.....	normovaná spotřeba času obecně nutných přestávek
T'_2	.....	skutečná naměřená spotřeba času obecně nutných přestávek
T'_3	.....	skutečná naměřená spotřeba času podmíněčně nutných přestávek
T_D	.....	osobní ztráty
T_E	.....	technickoorganizační ztráty
T_F	.....	ztráty vyšší moci
T	.....	čas směny [2]

1.5 Vícekriteriální rozhodování

Rozhodování chápeme jako vybrání jedné nejvhodnější varianty nebo i několika variant ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant. Je zde vyžadováno, aby rozhodnutí vedlo k optimální variantě. Nejnáročnějším krokem je však objasnit, co lze v dané situaci považovat za optimální.

1.5.1 Stanovení koeficientu významnosti

Stanovení koeficientu významnosti lze docílit pomocí 3 metod:

- ✓ metoda pořadí,
- ✓ metoda známkování,

- ✓ metoda porovnávání v trojúhelníku párů,
- ✓ normovatelný koeficient významnosti.

V praktické části diplomové práce byla využita, pro zjištění optimálního stroje metoda pořadí, metoda známkování a koeficient významnosti, tyto metody jsou popsány níže. [7]

Metoda pořadí

Postup:

1. každý z vybraných expertů, dle svého vlastního uvážení, přiřadí každému kritériu jednoznačně dané pořadí (1,2,..., n), čím má kritérium vyšší váhu, tím má i lepší pořadí, kritérium s nejvyšší váhou má tedy hodnotu 1,
2. jednotlivé hodnocení expertů se shrne do tabulky,
3. na závěr se provede propočet dle uvedených vzorců. [7]

Výpočet součtu čísel přiřazených j-tému kritériu α_j :

$$\alpha_j = \sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \quad [-] \quad (16)$$

Koeficient významnosti (B) j-tého kritéria je dán vzorcem B_j :

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j} \quad [-] \quad (17)$$

kde:

p	.....	počet expertů
m	.....	počet kritérií
α_{kj}	.....	číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu
α_j	.....	součet čísel přiřazených j-tému kritériu [7]

Metoda známkování

Postup:

1. každý z vybraných expertů, dle svého vlastního uvážení, ocení
 - oznamuje, důležitost každého kritéria v intervalu od (1 do 10) popřípadě

i libovolném intervalu. Expert zde nemusí volit jen celá čísla a stejné číslo může přiřadit i více kritériím,

2. jednotlivé hodnocení expertů se shrne do tabulky,
3. na závěr se provede propočet dle uvedených vzorců. [7]

Důležitost j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj} se vypočte dle vzorce:

$$P_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} \quad [-] \quad (18)$$

kde:

p počet expertů
 m počet kritérií
 β_{kj} „známka“ přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu [7]

Koeficient významnosti j-tého kritéria je pak dán vzorcem:

$$B_j = \sum_{k=1}^p P_{kj} \quad [-] \quad (19)$$

kde:

P počet expertů
 P_{kj} váha j-tého kritéria u k-tého experta [7]

Normovatelný koeficient významnosti

Lze jej využít v případě, kdy bychom chtěli provést vzájemné srovnání koeficientů významnosti (při použití různých metod), v tomto případě je velmi vhodné koeficienty normovat. **Normování se provádí na základě vztahu:**

$$B_{jN} = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^m B_j} \quad [-] \quad (20)$$

Kontrolní výpočet

$$\sum_{i=1}^m B_{jN} = 1,00 \quad [-] \quad (21)$$

kde:

m	.....	počet kritérií
B_{jN}	.....	normovaný koeficient významnosti j-tého kritéria
B_j	.....	nenormovaný koeficient významnosti j-tého kritéria [7]

1.5.2 Metody vícekritériálního rozhodování

Při vícekritériálním rozhodování, lze využít následujících metod:

- ✓ metoda vážených dílčích pořadí,
- ✓ bazická metoda,
- ✓ metoda PATTERN,
- ✓ vážená bodovací metoda.

V praktické části diplomové práce byla, pro zajištění optimálního stroje využita metoda bazická, která je popsána níže. [7]

Bazická metoda

Postup:

1. zde se jedná o vytvoření bazické (fiktivní) varianty jako např. průměrné hodnoty z údajů všech uvažovaných variant,

Fiktivní varianta h_{bj} se vypočte jako průměrná hodnota uvažovaných kritérií dle vzorce:

$$h_{bj} = \frac{1}{x} * \sum_1^x h_{ij} \quad [-] \quad (22)$$

kde:

x	.....	počet variant
h_{ij}	.....	hodnota i-té varianty j-tého kritéria [7]

2. provede se dílčí porovnání všech uvažovaných variant s variantou bazickou (z_{ij}), přičemž se musí zohlednit koeficientem významnosti,

Pro kritérium typu náklady: [7]

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} * B_{jN} \quad [-] \quad (23)$$

Pro kritérium typu výnosy: [7]

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} * B_{jN} \quad [-] \quad (24)$$

kde:

h_{bj} hodnota j-tého kritéria u bazické varianty

h_{ij} hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_{jN} normovatelný koeficient významnosti j-tého kritéria

3. pro každou z uvedených variant se stanoví hodnota relativní užitelnosti S_j ,

$$S_j = \sum z_{ij} \quad [-] \quad (25)$$

4. vyhodnocení (V_j) – kde na prvním místě bude ta varianta, která má maximální hodnotu relativní užitelnosti S_j a na posledním bude varianta s minimální hodnotou relativní užitelnosti. [7]

Praktická část

2 Charakteristika společnosti T Machinery a.s.

Založení společnosti T Machinery a.s. pro výrobu dobývací techniky se datuje k roku 2003. V roce 2003 došlo k navázání na tradici strojírenského oboru, která na jihu Moravy existuje již více jak 75 let, tehdy zde byla zahájena mechanizace dobývání lignitu pro energetické potřeby všech firem majitele pana Bati.

Pracovníci společnosti T Machinery a.s. vystupují jako obchodníci, ale také i jako specialisté pro různé obory související s hlubinným dobýváním nerostů. Během vypracovávání různých nabídek zboží a služeb pro své zákazníky spolupracují se všemi specialisty daných odvětví pro důlní činnosti tak, aby byli schopni navrhnout vždy nejlepší řešení pro konkrétní podmínky na pracovišti a to tak, aby byly i ekonomicky výhodné.

Těžební průmysl má v České republice velmi dlouhou tradici, která sahá až do raného středověku, kdy se počínalo s těžbou zlata, stříbra a dalších vzácných nerostů a rud. Těžba uhlí byla na našem území zahájena v polovině 19. století. Největšího rozmachu však dosáhla v 60. a 70. letech minulého století, přičemž v těchto letech je možno již hovořit o důlním ale i povrchovém těžebním průmyslu. Většina operací byla zcela automatizována s tím, že největší pozornost směřovala ke zvýšení bezpečnosti provozu v podzemí. Stroje se připravují téměř vždy speciálně pro konkrétní požadované podmínky. Tyto rozdíly v důlních podmínkách vedly v minulosti k tomu, že se české firmy specializovaly vždy na určitý segment potřebný pro těžbu nerostů. V současnosti jsou naše zkušenosti na patřičné úrovni pro téměř všechny možnosti dobývání a samozřejmě i pro důlní engineering.

Komponenty pro stroje a zařízení společnosti se nakupují od renomovaných světových specializovaných firem, avšak vlastní stroje a zařízení v dolech naší republiky pochází z 95 % od českých výrobců.

Společnost T Machinery a.s. se zabývá především exportem, kde má největší podíly zejména na trzích Ukrajiny a Ruska, ale prodej důlních strojů a zařízení se orientuje i do Polska, Slovinska, Srbska a Španělska. Spolupráce společnosti je i s firmami v Německu, pro které dodává části technologií.

Specialisty společnosti tvoří jednak konstruktéři, kteří se specializují na vývoj strojů a zařízení pro těžbu nerostů, ale také jsou to i vysoce kvalifikovaní pracovníci, kteří se zaměřují na hlubinné dobývání. Tito pracovníci jsou schopni na základě důlně - geologických podkladů navrhnout a rozpracovat způsob dobývání s přihlédnutím především na oblast bezpečnosti práce v podzemí, ale především i na efektivitu vlastního dobývání ložiska. Na požadavek zákazníka je společnost schopna vypracovat několik variant dobývacích prací, ale také i studie procesů rekultivací povrchu s ohledem na co nejmenší následky vzniklé vlivem poddolování.

Společnost neustále vyvíjí nové stroje, které splňují celosvětová kritéria, především však pro největší zefektivnění důlních činností s co možná nejmenším podílem fyzické práce a tím související snaha o odstranění negativního vlivu lidského faktoru na provoz, což sebou přináší větší bezpečnost při provádění všech činností v dole. Pro všechny dodávky zajišťuje společnost veškerou servisní činnost. Tyto služby poskytuje jednak na vlastní dodávané stroje, ale také na řešení a zaškolení osádek na dodané technologické celky a celé technologie. [13]

2.1 Organizační struktura společnosti T Machinery a.s.

Aby bylo lépe přiblíženo, jak společnost vypadá zevnitř, byly použity oficiální internetové stránky společnosti T Machinery a.s., odkud byly tyto informace čerpány. Společnost je tvořena dozorčí radou, která má předsedu a 5 členů (viz tab. 2.1).

Tab. 2.1 Dozorčí rada společnosti [5]

Dozorčí rada	
Předseda	Antonia Sukhoviý
Člen	Ing. Jiří Gajdík
Člen	Ing. Zbyněk Polišenský
Člen	Serhij Kuzhel
Člen	Aleš Milde
Člen	Igor Nadych

Dále je zde představenstvo, které je tvořeno předsedou a 4 členy (viz tab. 2.2). Mezi tyto členy patří i Ing. Marek Milde, který ve společnosti působí, jako ředitel výroby divize II., právě on figuroval, jako konzultant diplomové práce.

Tab. 2.2 Představenstvo společnosti [5]

Představenstvo	
Předseda	Ing. Zdeněk Gajdík
Člen	Ing. Vítězslav Polešovský
Člen	Oleksiy Zhamoyda
Člen	Viktor Fedyuchek
Člen	Ing. Marek Milde

V neposlední řadě tvoří společnost management, kde figuruje generální ředitel společnosti, ředitel controllingu, ředitel divize I. a ředitel divize II. (viz tab. 2.3).

Tab. 2.3 Management společnosti [5]

Management	
Generální ředitel společnosti	Ing. Zdeněk Gajdík
Ředitel controllingu	Ing. Vítězslav Polešovský
Ředitel divize I.	Aleš Milde
Ředitel divize II.	Ing. Marek Milde

Nejvýraznější přehled o podniku však vydává jeho organizační struktura, která je přídána v **příloze A**. Z důvodu neuvedení jmenného seznamu vedoucích pracovníků v organizační struktuře, byly tyto osoby uvedeny v tabulkách, viz výše.

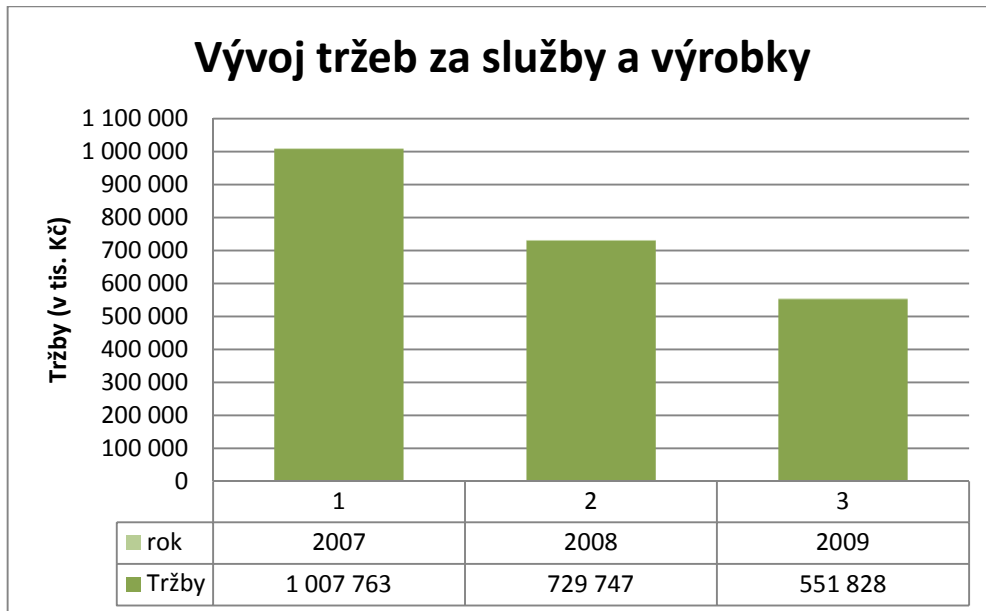
2.2 Vývoj společnosti T Machinery a.s.

Vývoj společnosti je podle získaných a přístupných údajů zaznamenán v letech 2007 až 2009. Zde na tomto vývoji lze vidět, jak společnost hospodařila, jaký byl její prodej zboží a služeb a kolik měla zaměstnanců v daných letech. Společnost T Machinery a.s. se může v současné době dle počtu zaměstnanců řadit mezi střední podniky. Jak lze vidět v tab. 2.4, je zřejmé že počet zaměstnanců se ustálil, ale vlivem vzniklé hospodářské krize došlo ke ztrátám na tržbách za zboží a služby, které společnost ke svým výrobkům nabízí.

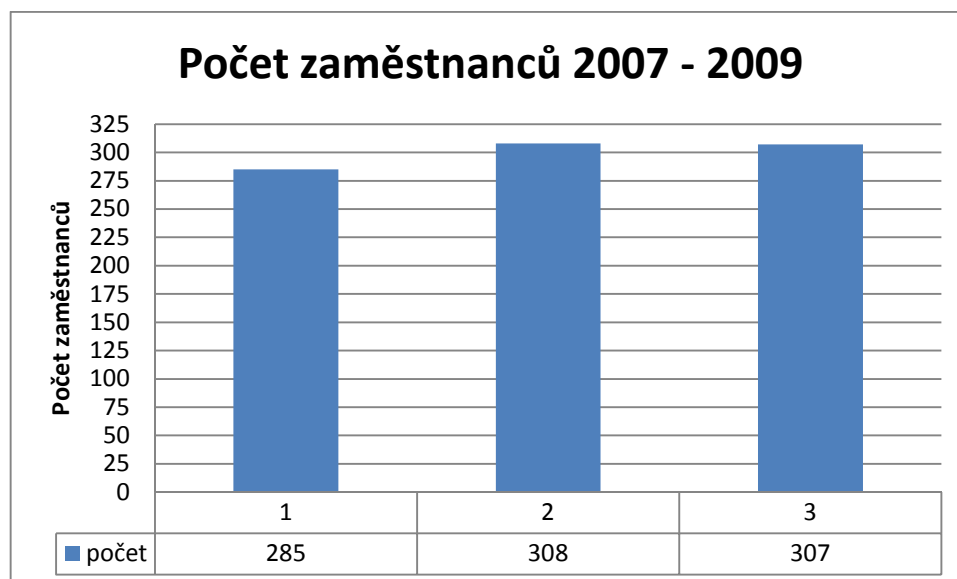
Tab. 2.4 Retrospektiva ekonomických ukazatelů [5]

Položka	Rok (údaje v tis. Kč)		
	2007	2008	2009
Výnosy	984 498	836 121	731 027
Náklady	915 667	808 901	717 462
Hospodářský výsledek	68 831	27 220	13 565
Aktiva celkem	418 084	514 972	573 467
Z toho: Stálá aktiva	123 667	128 813	114 294
Oběžná aktiva	228 873	360 195	427 109
Pasiva celkem	418 084	514 972	573 467
Z toho: Vlastní kapitál	107 927	134 864	148 001
Cizí kapitál	309 776	379 644	424 567
Tržby za výrobky, služby a zboží	1 007 763	729 747	551 828
Průměrný počet zaměstnanců	285	308	307

Pro lepší přehlednost poslouží graf 2.1, kde je zaznamenán vývoj prodeje statků a služeb v daném časovém období. Dále pak graf 2.2, který ukazuje velký nárůst počtu zaměstnanců v daném časovém období, což může svědčit o stabilitě podniku i v období krize.



Graf 2.1 Vývoj tržeb za výrobky, služby a zboží za dané časové období [5]



Graf 2.2 Vývoj zaměstnanosti v T Machinery a.s. za dané časové období [5]

V **příloze B** je poskytnuta k nahlédnutí rozvaha společnosti, ve které je přehledně znázorněno rozdělení majetku firmy na aktiva a pasiva.

Kompletní přehled finanční situace společnosti, je znázorněn v **příloze C** ve formě výsledovky.

2.3 Sortiment výroby

Úkolem této diplomové práce je zavést a zhodnotit racionalizaci výroby ve společnosti T Machinery a.s. V této společnosti se jedná o racionalizaci součástky zvané „Unašeč satelitů“, který se používá výhradně v důlních kombajnech MB 410E, tato součástka je umístěna v rameni tohoto kombajnu, ten si však přiblížíme níže. Každý tento kombajn, potřebuje celkem 6 součástek Unašečů satelitů, přičemž je tvořen dvěma zmiňovanými „Unašeči satelitů“ a pak je zde pár „Unašeč satelitů 2“ a pár „Unašeč satelitů 3“. Společnost vyrábí i náhradní díly, jelikož se jedná o součást, která je velice namáhána, z toho vyplývá vcelku nízká životnost součástky.

Samotný sortiment společnosti tvoří jednak zmiňované dobývací kombajny, mechanizované výztuže, porubové hřeblové dopravníky, podporubové zařízení (jedná se o chodbový hřeblový dopravník) a spínací silové systémy. Tento sortiment je možné nalézt pro lepší představu v **příloze D**.

2.3.1 Kombajn MB 410E

„Kombajn MB 410E je určen k dobývání slojí velmi nízkých mocností od 0,8 až do 1,8 metrů ve dlouhých porubních stěnách. Důlní kombajn je navržen pro obousměrné dobývání uhlí s proplásky o pevnosti do 60 MPa (max 20 % mocnosti sloje). Maximální úklon sloje směrem na pilíř může být ± 20 stupňů a úklon sloje podél pilíře ± 35 stupňů.

Plně elektrické dobývací kombajny jsou vybaveny dvěma elektrickými vrátky pro pojezd po dopravníku a počítačovou řídicí jednotkou, která na základě vyhodnocení odporu na řezném orgánu, řídí pomocí elektronického měniče frekvence (umístěného na chodbě) rychlost pojezdu stroje. Kombajn je vybaven jak místním tak dálkovým ovládáním. Výkon motorů rozpojovacích orgánů je 120 až 180 kW.

Sbíjecí orgány kombajnů mohou být vybaveny střednětlakým vnitřním skrápěním zamezujícím vznícení metanovzdušné směsi tzn. tyto kombajny mohou pracovat v oblastech s nebezpečím výbuchu. Průměr řezného orgánu je od 750-1000 mm. Volba nožů závisí na požadavcích zákazníka. Rameno je pro účinnější likvidaci prachu a omezení tvorby metanové vrstvy v prostoru mezi řeznými orgány vybaveno tryskami vnějšího postřiku.

Klimatická odolnost důlního kombajnu včetně jeho příslušenství dává záruku bezproblémového chodu v podmínkách zvýšeného množství uhelného prachu, zvýšené relativní vlhkosti a teploty a také v případě výskytu agresivní důlní vody viz obr. 2.1 [6]”.



Obr. 2.1 Kombajn MB 410E [6]

3 Analýza současného stavu

V analýze současného je popsáno, jak probíhá výroba součástky zvané „Unašeč satelitů“. Výroba se již upravuje pro zavedení nového stroje, který zde bude působit. Řešená problematika se bude zabývat zkrácením výrobních časů a manipulačních časů, kdy je součástka převážena z jednoho stroje na druhý. V tuto chvíli je již větší část výroby převedena do kooperace, proto mohl být vytvořen snímek pracovního dne zaměstnance jen u strojů, kterými jsou „bruska na kulato“ (viz **příloha F**) a „odvalovací frézka“ (viz **příloha G**).

Proto nezbyvá nic jiného než využít norem výroby v podniku, které jsou zde stanoveny pomocí programovacího výrobního systému tzv. „OR SYSTEM“, který stanoví, jakou dobu potřebuje pracovník pro přípravu a jakou dobu potřebuje pro samotnou výrobu součástky. „OR-SYSTEM“ představuje komplexní informační systém, který funguje jako spolehlivý nástroj pro plánování a řízení výroby. Vzhledem k politice společnosti, která říká, že jsou zaměstnanci placeni za vyrobené kusy, které jim stanoví také tento program, jim nezbyvá nic jiného než tyto časy plnit a dodržovat.

Analýza současného stavu byla na počátku provedena rozčleněním operací u součástky „Unašeč satelitů“ (viz **příloha H**), jak lze vyčíst z této přílohy součástka postupně prochází přes 15 operací, tedy prochází 15 stroji, už jen vzhledem k tomuto počtu manipulační činnosti je zřejmé, že společnost T Machinery a.s. měla sáhnout po racionalizaci již dříve. Pro představu o tom, jak tato součástka vypadá, nám poslouží **příloha E**, kde je zobrazen technologický výkres součástky.

Podkapitola 3.2 se bude věnovat výpočtům jednotlivých časů pracovníka a stroje, při práci na „brusce na kulato“ a „obrážecí frézce“, k čemuž poslouží výše zmiňované snímky pracovního dne a vzorce, z nichž se bude vycházet a které jsou uvedeny v podkapitole 1.4.

3.1 Tok součástky výrobou

Zde je uveden popis, jakým součástka prochází postupně mezi jednotlivými stroji, kde je vždy v tabulce zapsán přípravný čas a výrobní čas dané součástky. Dále je zde v tabulce uveden stroj, na kterém je operace prováděna, třída pracovníka a středisko, kde dochází k této výrobě.

1. *Zámečnická práce* – na tomto pracovišti pracovník provádí přípravu výkovku pro obrábění, přičemž musí provést zabroušení hran součástky, dále označení součástky číslem výkresu, jakostí materiálu, označení součástky číslem zakázky a počtem kusů. Další údaje jsou uvedeny v tab. 3.1.
2. *Vodorovná vyvrtávačka W 100* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Do výrobního času pak spadá frézování čela na délku 642 mm – oboustranně a dále pak navrtání důlků B 8, také oboustranně. Do času manipulace se pak ještě zahrne jeho vyjmutí ze stroje, odjehlení a označení (viz tab. 3.1).
3. *Soustruh 800* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Do výrobního času patří soustružení rozměrů dle výkresu 02-905-13. Dále se pak musí soustružit přechodové plochy společně s hranami, které musí mít rádiusy R5, tyto rádiusy musí být zachovány pro tepelné zpracování. Následně je do času manipulace zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje a označení jakosti materiálu (viz tab. 3.1).
4. *Kooperace* – zde je obrobek převezen do specializované firmy na tepelné zpracování, kde dochází k zušlechťování na 900+/-50 MPa, dále je zde tato operace provázena zápisem do protokolu OTK, kde dojde k jeho archivaci a měření pevnosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o kooperaci nelze zde stanovit čas přípravy ani čas výroby.
5. *Soustruh 800* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění, musí být dodržena

- házivost a kolmost. Ve výrobním čase je zahrnuto zarovnání čela na délku 628 mm, soustruží se vnější tvar součástky s přídkem +3 mm na plochu a sražení hran, přičemž musí být dodrženy rádiusy R5. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, označení jakosti materiálu, odjehlení a číslo pracovníka (viz tab. 3.1).
6. *Tryskač* – pracovník provádí přípravu na očištění, odmaštění, usušení dílce a jeho následné uložení do tryskacího stroje. Ve výrobním čase dojde k jeho otryskání. Poté se uloží do palety, zajistí a obnoví se označení polotovaru.
 7. *Ultrazvuková kontrola* – jedná se o zvláštní kontrolní pracoviště, kde zaměstnanec provádí ultrazvukovou kontrolu unášeče, kde hledá případné vnější i vnitřní trhliny. Jedná se o nenormované pracoviště, tedy nejsou zde uvedeny žádné přípravné ani výrobní časy.
 8. *Soustruh 800* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Do výrobního času patří soustružení, kdy se musí dodržet kolmost a házivost čel, zarovnání čela na délku 626 mm, dále se soustruží průměr 320 s přídkem na broušení, průměry 154 f6, 169 a 180 k6 s přídkem na broušení. Zápich 20 mm průměr 134 hotově. Zápich R4 hl. 2 mm a průměr 170 k6. Dále pak vnitřní zápich 110 mm a průměr 164, přičemž se musí dodržet rádiusy R5. Otvary 50 H7, 92 H7 a 45 H7. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, označení jakosti materiálu, odjehlení, sražení hran a číslo pracovníka (viz tab. 3.1).
 9. *Bruska na kulato* – pro tento stroj byl proveden snímek pracovního dne. Částečný popis práce určitého pracovníka je uveden zde, podrobný popis je zaznamenán v **příloze F**. Pracovník využívá přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Výrobní čas zahrnuje broušení průměru 169 a 320 hotově. Broušení čela na průměr 196 oboustraně. Broušení a začištění průměrů 154 f6, 180 k6 a 170 k6. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, označení jakosti materiálu, očištění a číslo pracovníka (viz tab. 3.1). V podkapitole 3.2 se pak u tohoto pracovníka porovnají časy přípravy a výroby naměřené a časy stanovené normou.

10. *Obráběcí centrum* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění, zajištění a nastavení programu CNC. Ve výrobním čase se provádí frézování okna 110 x 138 mm – 4x na hotovo. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, označení jakosti materiálu, odjehlení a číslo pracovníka (viz tab. 3.1).
11. *Obráběcí centrum* – jedná se o stejný stroj jako předešlý, jen je na něm prováděna jiná operace, zaměstnanec musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění, zajištění a nastavení programu CNC. Ve výrobním čase se provádí obrábění průměrů 50 H7 + 40 H7- 4x. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, označení jakosti materiálu, odjehlení a číslo pracovníka (viz tab. 3.1).
12. *Vrtačka VR 6A* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Ve výrobním čase dochází k vrtání a řezání závitů M 10 do hloubky 32,5 mm - 4x M10 do hloubky 25 mm – 4x. Poté řezat závit M8 x 1. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje a odjehlení (viz tab. 3.1).
13. *Odvalovací frézka* – pro tento stroj byl proveden snímek pracovního dne. Částečný popis práce určitého pracovníka je uveden zde, podrobný popis je zaznamenán v **příloze G**. Pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Ve výrobním čase dochází k obrábění evolventního drážkování 170x5x9h - hotově. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje, odjehlení (viz tab. 3.1).
14. *Bruska na kulato* – zaměstnanec musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Ve výrobním čase potom provádí broušení průměru 154 f6, a 180 k6, 180 f7 délky 20 mm a 170 k6 na čisto. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje a očištění součástky (viz tab. 3.1).
15. *Soustruh 800* – pracovník musí využít přípravný čas na přesunutí obrobku ke stroji, kde musí dojít k jeho upnutí, středění a zajištění. Ve výrobním čase

provádí soustružení průměrů 195 délky 16 mm na hotovo, dodržet rádiusy R5, ty musí mít tvar plynulý bez hran a drážek, ostatní rádiusy hotově. Následně do času manipulace je zahrnuto vyjmutí obrobku ze stroje a očištění součástky a odjehlení (viz tab. 3.1).

16. *Zámečnické práce* – pracovník musí využít přípravný čas k upnutí a zajištění součástky. Ve výrobním čase provádí úpravu jednotlivých přechodových ploch v oknech 110 x 138 a celkově součástku odjehluje pro montáž. Následně do času manipulace je zahrnuto označení raznicí číslo výkresu, výrobní číslo a očištění součásti (viz tab. 3.1).

Tab. 3.1 Časy výroby a časy přípravy

Název stroje	Čas přípravy (min)	Čas výroby (min)	Třída pracovníka	Středisko
Zámečník	9	10	4	Dílna svařovna
Vodorovná vyvrtávačka	40	160	5	Dílna obrobna 01
Soustruh 800	65	680	5	Dílna obrobna 04
Kooperace	-	-	-	Odloučené pracoviště
Soustruh 800	48	210	5	Dílna obrobna 04
Tryskač	4	5,5	3	Dílna povrchové úpravy
Ultrazvuková zkouška	-	-	-	Specializované pracoviště
Soustruh 800	75	1215	6	Dílna obrobna 04
Bruska na kulato	75	345	6	Dílna obrobna 02
Obráběcí centrum Hedelius	60	480	7	Dílna obrobna 03
Obráběcí centrum Hedelius	120	500	7	Dílna obrobna 03
Vrtačka VR 6A	25	150	5	Dílna obrobna 02
Frézka odvalovací	75	380	6	Dílna obrobna 02
Bruska na kulato	75	345	7	Dílna obrobna 02
Soustruh 800	30	180	6	Dílna obrobna 04
Zámečník	15	55	4	Dílna svařovna
celkový čas	716	4 715,5		

Výše jsou uvedeny a popsány operace tak jak na sebe navazují při výrobě součástky. Jak je vidět tak v tabulce 3.1 jsou uvedeny jen časy výroby a časy přípravy, nejsou zde zahrnuty časy manipulace, které zahrnují přenášení výrobku z jednoho stroje na druhý.

Po sečtení všech těchto časů zjistíme, jak dlouho trvá čistě výrobní a přípravný čas této součástky. Celkový čas stroje je tedy 5 431,5 min. Pokud tento čas převedeme na hodiny, zjistíme, že je to 90,5 hod. Pokud budeme brát, že pracovní doba jedné směny trvá 8 hodin, dostaneme tím počet pracovních směn pro zhotovení jedné součástky, což je 11,3 pracovní směny. Ve společnosti se pracuje na dvousměnný provoz, dostáváme tím tedy, že jde o necelých 6 pracovních dnů. Vzhledem však k přesouvání součástky mezi stroji a manipulace může tento čas být až 8 dnů.

$$\text{celkový čas} = 716 + 4\,715,5 = \underline{5\,431,5 \text{ min}}$$

$$\text{počet pracovních hodin} = \frac{5\,431,5}{60} = \underline{90,5 \text{ hod} = 90 \text{ hod } 30 \text{ min}}$$

$$\text{počet pracovních směn} = \frac{90,5}{8} = \underline{11,3 \text{ prac. směn}}$$

$$\text{počet pracovních dnů} = \frac{90,5}{16} = \underline{5,7 \text{ dnů}}$$

Pro představu je zde součástka, která se na těchto strojích vyrábí, uvedena na obr. 3.1.



Obr. 3.1 „Unašeč satelitů“

3.2 Snímek pracovního dne zaměstnance u stroje „bruska na kulato“

Při vypracovávání snímku pracovního dne u stroje „bruska na kulato“ se vycházelo z naměřených časových hodnot, viz **příloha F**, zde bylo provedeno přiřazení symbolů k jednotlivým časům a tím souvisejícím operacím prováděných na stroji. Bylo provedeno i rozdělení časů na čas výroby, který je označen žlutou barvou a čas přípravy, který je pro změnu označen oranžovou barvou. V okamžiku, kdy jsou jednotlivé časy takto rozděleny, musí být provedena jejich skutečná bilance spotřeby času směny. Tato bilance poskytuje přehled o tom, kolik času v minutách a procentech z času směny připadá na jednotlivé kategorie zkoumaného času pracovní směny (viz tab. 3.2).

Tab. 3.2 Skutečná bilance spotřeby času směny – „bruska na kulato“

Označení času	Symbol času	Skutečná bilance spotřeby času směny	
		[min]	[%]
Čas jednotkové práce	T _{A1}	380	79,16
Čas dávkové práce	T _{B1}	7	1,46
Čas směnové práce	T _{C1}	24	5,00
Čas práce	T ₁	411	85,62
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	30	6,25
Čas podmíněně nutných přestávek	T ₃	0	0,00
Čas osobních ztrát	T _D	22	4,59
Čas technicko organizačních ztrát	T _E	17	3,54
Čas ztráty vyšší mocí	T _F	0	0,00
Čas ztrát celkem	T _Z	39	8,13
Čas směny	T	480	100

3.2.1 Vyhodnocení snímku pracovního dne – „bruska na kulato“

Ve chvíli, kdy takto byla vytvořena a spočtena tabulka skutečné bilance spotřeby času, bylo možno provést vyhodnocení snímku pracovního dne daného zaměstnance na daném stroji. Pro tento výpočet byly použity vzorce a značení těchto vzorců, které je uvedeno v podkapitole 1.4, zde jsou i uvedeny legendy k jednotlivým zkratkám a symbolům. Pomocí těchto vzorců je zjištěno, jak je daný pracovník na určitém stroji plně využit.

A) Stupeň zaměstnanosti pracovníka [2] - U_1 :

$$U_1 = \frac{T'_1 + T_2}{T} * 100 = \frac{411 + 30}{480} * 100 = \underline{91,86\%} \quad (8)$$

B) Podíl podmíněně nutných přestávek [2] - U_2 :

$$U_2 = \frac{T'_3}{T} * 100 = \frac{0}{480} * 100 = \underline{0\%} \quad (9)$$

C) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem [2] - U_3 :

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} * 100 = \frac{30 - 30 + 22}{480} * 100 = \underline{4,59\%} \quad (10)$$

D) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami [2] - U_4 :

$$U_4 = \frac{T_E}{T} * 100 = \frac{17}{480} * 100 = \underline{3,54\%} \quad (11)$$

E) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené vyšší mocí [2] - U_5 :

$$U_5 = \frac{T_F}{T} * 100 = \frac{0}{480} * 100 = \underline{0\%} \quad (12)$$

F) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem [2] - U_6 :

$$U_6 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad (13)$$

$$U_6 = \frac{30 - 30 + 22}{480 - (30 - 30 + 22 + 17)} * 100$$

$$U_6 = \underline{4,99\%}$$

G) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky [2] - U_7 :

$$U_7 = \frac{T_E}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad (14)$$

$$U_7 = \frac{17}{480 - (30 - 30 + 22 + 17)} * 100$$

$$\underline{U_7 = 3,85\%}$$

H) Celkové procento možného zvýšení produktivity práce [2] - U_8 :

$$U_8 = U_6 + U_7 = 4,99 + 3,85 = \underline{8,84\%} \quad (15)$$

kde:

T'_1	.....	skutečná naměřená spotřeba času práce
T_2	.....	normovaná spotřeba času obecně nutných přestávek
T'_2	.....	skutečná naměřená spotřeba času obecně nutných přestávek
T'_3	.....	skutečná naměřená spotřeba času podmíněčně nutných přestávek
T_D	.....	osobní ztráty
T_E	.....	technicko – organizační ztráty
T_F	.....	ztráty vyšší moci
T	.....	čas směny

Zaměstnanec je během směny schopen vyrobit 1 „Unašeč satelitů“ a přitom si stačí připravit ještě jednu stranu u dalšího kusu. Zde spotřebuje 411 minut jednotkového času práce, přitom má jen minimální osobní ztráty a také technicko - organizační ztráty, které jsou způsobeny házivostí obrobku a očišťováním hran.

Pokud by byl jednotkový čas rozdělen na čas přípravy a čas výrobní vyšlo by, že čas výrobní jednoho kusu součástky je 269 minut, přičemž čas přípravy je 43 minut.

Součástku stačil pracovník vyrobit ještě v kratším čase, než mu dovoluje norma v podniku. Avšak tento získaný čas, který si vyprodukoval napřed, použije pro přípravu

dalšího výrobku na stroji. Poněvadž pokud vyrábí více těchto součástí, tedy produkuje výrobní dávku „Unašeč satelitů“ tak dostane pouze jen jeden přípravný čas na celou dávku.

3.3 Snímek pracovního dne zaměstnance u „odvalovací frézky“

Postup je stejný jako u předchozího snímku pracovního dne, kde čas výroby je označen žlutou barvou a čas přípravy oranžovou. Tentokrát však byly pro výpočet použity naměřené hodnoty z **přílohy G**, opět byly přiřazeny jednotlivé symboly k časům a provedena skutečná bilance spotřeby času směny (viz tab. 3.3).

Tab. 3.3 Skutečná bilance spotřeby času směny – „odvalovací frézka“

Označení času	Symbol času	Skutečná bilance spotřeby času směny	
		[min]	[%]
Čas jednotkové práce	T _{A1}	141	29,38
Čas dávkové práce	T _{B1}	7	1,46
Čas směnové práce	T _{C1}	8	1,66
Čas práce	T ₁	156	32,50
Čas obecně nutných přestávek	T ₂	30	6,25
Čas podmíněně nutných přestávek	T ₃	269	56,04
Čas osobních ztrát	T _D	7	1,46
Čas technicko organizačních ztrát	T _E	18	3,75
Čas ztráty vyšší mocí	T _F	0	0,00
Čas ztrát celkem	T _Z	25	5,21
Čas směny	T	480	100

3.3.1 Vyhodnocení snímku pracovního dne – „odvalovací frézka“

Ve chvíli, kdy takto byla vytvořena a spočtena tabulka skutečné bilance spotřeby času, bylo možno provést vyhodnocení snímku pracovního dne daného zaměstnance na předem určeném stroji, který je zahrnutý v technologickém postupu, při výrobě součástky „Unašeč satelitů“. Pro tento výpočet byly použity vzorce a značení těchto vzorců, které je uvedeno v podkapitole 1.4, zde jsou i uvedeny legendy k jednotlivým zkratkám a symbolům. Pomocí těchto vzorců je zjištěno, jak je daný pracovník na určitém stroji plně využit a zda by se nedalo nějak jeho využití rozšířit.

A) Stupeň zaměstnanosti pracovníka [2] - U_1 :

$$U_1 = \frac{T'_1 + T_2}{T} * 100 = \frac{156 + 30}{480} * 100 = \underline{38,75\%} \quad (8)$$

B) Podíl podmíněně nutných přestávek [2] - U_2 :

$$U_2 = \frac{T'_3}{T} * 100 = \frac{269}{480} * 100 = \underline{56,04\%} \quad (9)$$

C) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem [2] - U_3 :

$$U_3 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T} * 100 = \frac{30 - 30 + 7}{480} * 100 = \underline{1,46\%} \quad (10)$$

D) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko – organizačními ztrátami [2] - U_4 :

$$U_4 = \frac{T_E}{T} * 100 = \frac{18}{480} * 100 = \underline{3,75\%} \quad (11)$$

E) Podíl zbytečné spotřeby času způsobené vyšší mocí [2] - U_5 :

$$U_5 = \frac{T_F}{T} * 100 = \frac{0}{480} * 100 = \underline{0\%} \quad (12)$$

F) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené pracovníkem [2] - U_6 :

$$U_6 = \frac{T'_2 - T_2 + T_D}{T - (T'_2 - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad (13)$$

$$U_6 = \frac{30 - 30 + 7}{480 - (30 - 30 + 7 + 18)} * 100$$

$$U_6 = \underline{1,54\%}$$

G) Procento možného zvýšení produktivity práce odstraněním zbytečné spotřeby času, způsobené technicko – organizačními nedostatky [2] - U_7 :

$$U_7 = \frac{T_E}{T - (T_2' - T_2 + T_D + T_E)} * 100 \quad (14)$$

$$U_7 = \frac{18}{480 - (30 - 30 + 7 + 18)} * 100$$

$$\underline{U_7 = 3,96\%}$$

H) Celkové procento možného zvýšení produktivity práce [2] - U_8 :

$$U_8 = U_6 + U_7 = 1,54 + 3,96 = \underline{5,5\%} \quad (15)$$

Pracovník je během směny schopen vyrobit jednu součástku, na kterou spotřebuje 141 minut jednotkového času práce přitom má jen minimální osobní a technicko - organizační ztráty, jak lze vidět podle měření i podle výpočtu. Vzhledem k tomu, že pracovník nemůže zasahovat do výrobního procesu, má zde roli jen jako pozorovatele, jelikož by zde byl jeho čas velmi velký zhruba 350 minut, rozhodla se společnost nějakým způsobem snížit tento čas jednotkový podmíněně nutných přestávek až 269 minut. Toho společnost dosáhla tím, že pracovník provádí stejnou operaci na druhém stroji, tedy má dva stroje plně pod kontrolou a připravuje stroj pro obrábění součásti „Unašeč satelitů“.

Pokud by byl jednotkový čas rozdělen, na čas přípravy a čas výrobní vyšlo by, že čas výrobní jednoho kusu součástky je 366 minut, přičemž čas přípravy je 78 minut.

Součástku stačil pracovník vyrobit ještě v kratším čase, než mu dovoluje norma v podniku. Avšak tento získaný čas, který si vyprodukoval napřed, použije pro přípravu dalšího výrobku na stroji. Poněvadž pokud vyrábí více těchto součástek, tedy produkuje výrobní dávku součástky s názvem „Unašeč satelitů“ tak dostane pouze jen jeden přípravný čas na celou dávku.

4 Posouzení situace a specifikace problémů

V této kapitole bude proveden stručný a přehledný popis, kde se vyskytují chyby ve výrobním toku dané součástky a jaká je zde současná situace výroby. Největší část však bude patřit hledání návrhů nejvhodnějších variant řešení problémů, což jsou příliš dlouhé časy výroby, dále to jsou manipulační časy a převážně vytíženost jednotlivých strojů, na kterých je součástka vyráběna. Hledáním návrhu nejvhodnější varianty, bylo myšleno nalezení nejvhodnějšího stroje, který tyto problémy pomůže zminimalizovat.

Společnost T Machinery a.s. si uvědomila, že vzhledem k velké konkurenci na trhu a pro větší efektivitu práce, je zapotřebí přijít s modernějšími metodami výroby, to znamená snažit se o racionalizaci výrobního toku. V této společnosti dochází ke kusové výrobě již dříve zmiňovaného sortimentu (viz podkapitola 2.3, **příloha D**).

Racionalizace výroby ve společnosti je zaměřena na součástku tzv. „Unašec satelitů“, tento výrobek se prodává v největším počtu kusů v porovnání s ostatními produkty, které firma vyrábí. Vzhledem k tomu, že se ročně vyrobí v průměru 65 ks této součástky a také v souvislosti k její časové náročnosti, byla samotná racionalizace jen otázkou času. K této racionalizaci se rozhodl podnik ve chvíli, kdy zjistili, jaké by to mělo pro ně ekonomické i časové úspory.

Problémem výroby součástky byla jednak její časová, ale také technologická náročnost. Výroba jedné součástky, jak již bylo zmíněno v kapitole 3, trvá tedy 5,7 pracovních dní. Přičemž se zde musí zahrnout časy manipulace s výrobkem, tedy jeho přesouvání od jednoho stroje ke druhému ve výrobním procesu, dalšími ztrátovými časy, které jsou zapříčiněny technicko-organizační ztrátou, jsou časy, kdy je na stroji, na který má být součástka vzhledem k výrobnímu procesu převezena, dělána jiná součást,

potom se tedy tento čas může vyšplhat, až k 8 ne-li více pracovním dnům.

Samozřejmostí je, že se nevyrábí jen jeden kus, většinou to bývá 6 kusů, které jsou zapotřebí v jednom stroji. Tyto součástky se převezou na další výrobní zařízení, které následuje v technologickém procesu, až ve chvíli, kdy jsou všechny tyto součástky v počtu 6 ks zhotoveny. Potom následuje jejich převoz do dalších částí výrobního procesu.

Jak bylo řečeno i pracovníky, kteří se na výrobě podílejí, tak dalším výrazným problémem je, že tyto stroje jsou velice vytížené z hlediska výroby, jelikož se na nich odvíjí i zbylá výroba součástek, které se vyskytují v tomto kombajnu společně se součástíou „Unašeč satelitů“, který je zmíněn v podkapitole 2.3.1. Pokud je to nutné je výroba součástky přerušena a dělá se na stroji jiná součást.

Z tohoto hlediska by měla racionalizace přinést nové možnosti výroby, kde na multifunkčním obráběcím stroji, by se měla provádět kompletní výroba této součástky „Unašeč satelitů“. Čímž by měly být ušetřeny časy jak manipulace, tak i výroby.

4.1 Návrh varianty řešení

Návrh řešení spočívá v přenesení současné technologie na jeden multifunkční pracovní stroj, který bude schopen nahradit předešlé operace, kdy docházelo k výrobě součástky až na 15 strojích. Vzhledem k tomu docházelo k velkým časovým ztrátám, které plynuly z manipulace a přesouvání výrobku od jednoho stroje ke druhému. Vzhledem k této náročnosti technologického postupu při výrobě součástky „Unašeč satelitů“, se firma T Machinery a.s. rozhodla zahájit výběrové řízení na multifunkční obráběcí centrum.

4.1.1 Specifikace požadavků na nový stroj

Specifikace požadavků na nový stroj ze strany ředitele výroby a vedoucího technologie:

- ✓ nízká cena (max. 20 000 000 Kč),
- ✓ možnost frézovat, soustružit, vytvářet evolventy atd.,
- ✓ průměr obrábění (min. 600 mm),
- ✓ délka obrábění (min 2 000 mm),
- ✓ seřízení stroje specializovanými pracovníky,
- ✓ otáčky vřetene (min. 6 000 ot/min),
- ✓ rychloposuv (min. 30 000 mm/min).

Na základě těchto požadavků se pracovníkům firmy ozvali 3 dodavatelé, kteří byli schopni poskytnout požadovaný stroj.

4.2 Vymezení nabídek

V jednotlivých podkapitolách jsou zpracovány nabídky strojů od tří firem, kterými jsou OKUMA, DMG Czech s.r.o. DECKEL MAHO GILDEMEISTER (dále jen DMG), KOVOSVIT MAS, a.s., (dále jen KOVOSVIT MAS). Každá z nabídek obsahuje stručný popis zařízení, jeho parametry a obrázek pro lepší představu.

4.2.1 MULTUS B750

První nabídkou byl inteligentní multifunkční stroj MULTUS B750 od společnosti OKUMA (viz obr. 4.1 MULTUS B750). Jedná se o stroj, který pracuje s mikrometrickou přesností i v prostředích, které jsou bez klimatizace. Obsahuje tzv. Okuma's system neboli systém kolizní prevence, který vede dohled nad lidskými chybami. Je schopen snížit čas nastavení nástrojů a obrobku. Pomocí softwaru lze spustit celou simulaci obrábění a zachytit tak potenciální kolizi ještě před tím, než by došlo ke spuštění skutečného výrobního procesu. Je navržen tak, aby nebyly vidět přechodové části z jednoho hřídele na druhý. Základní parametry stroje jsou, uvedeny v tab. 4.1 MULTUS B750. [12]

Tab. 4.1 MULTUS B750

Technické parametry		
Maximální průměr soustružení	1050	mm
Maximální délka obrábění	3000	mm
Maximální otáčky vřetene	10 000	ot/min
Hmotnost stroje	38 000	kg
Rozměry stroje d x š x v	8 500 x 3 532 x 3 557	mm
Počet nástrojů v zásobníku	40	ks
Rychloposuv v ose X / Y / Z	40 000 / 40 000 / 40 000	mm/min
Maximální délka nástroje	600	mm
Výkon nástrojového vřetene	37 000	W
Cena	20 000 000	Kč

V tab. 4.1 Technické parametry stroje, jsou uvedeny nejdůležitější technické parametry, které jsou později využity pro metodu vícekritériálního rozhodování.

Doplňující parametry stroje:

- ✓ maximální hmotnost nástroje (30 [kg]),
- ✓ maximální průměr nástroje (135 [mm]),
- ✓ výkon v ose X, Y, Z (5 200, 5 100, 9 400 [W]),
- ✓ průměr pinoly (180 [mm]),
- ✓ maximální pohyb nástroje v ose X, Y, Z (1 080, 660, 3 215 [mm]) a další. [12]



Obr. 4.1 MULTUS B750 [11]

4.2.2 CTX GAMMA 2000TC

Jedná se o velmi výkonné soustružnicko - frézovací obráběcí centrum, od společnosti DMG (viz obr. 4.2 CTX GAMMA 2000TC). Pomocí výkonného momentu motoru a za použití tzv. B - osy dochází k sofistikovanému kompletnímu obrábění. Tento stroj je schopen výkonného soustružení, odvalování, frézování, excentrického obrábění a děrování až do 5 - osé interpolace. Díky těmto možnostem příslušenství je pracovní plocha pružnější, což umožňuje zvýšení univerzálnosti pro malé a středně velké obrobky. Díky novému programovacímu rozhraní SINUMERIK Operate, je možné snadné programování a snížení doby cyklu až o 30%.

Základní parametry stroje jsou uvedeny v tab. 4.2 CTX GAMMA 2000TC. [8]

Tab. 4.2 CTX GAMMA 2000TC

Technické parametry		
Maximální průměr soustružení	630	mm
Maximální délka obrábění	2 050	mm
Maximální otáčky vřetene	12 000	ot/min
Hmotnost stroje	24 000	kg
Rozměry stroje d x š x v	7 601 x 3 435 x 2 580	mm
Počet nástrojů v zásobníku	40	ks
Rychloposuv v ose X / Y / Z	40 000 / 40 000 / 30 000	mm/min
Maximální délka nástroje	400	mm
Výkon nástrojového vřetene	40 000	W
Cena	20 000 000	Kč

Doplňující parametry stroje:

- ✓ maximální pohyb nástroje v ose X, Y, Z (650, 200, 2050 [mm]),
- ✓ maximální průměr nástroje (80 [mm]),
- ✓ maximální hmotnost nástroje (10 [kg]),
- ✓ maximální točivý moment nástroje (100 [Nm]),
- ✓ maximální točivý moment vřetene (770 [Nm]) a další. [8]



Obr. 4.2 CTX GAMMA 2000TC [9]

4.2.3 Multicut 630/3000 S

Jde o výkonné soustružnicko – frézovací centrum od společnosti KOVOSVIT MAS (viz obr. 4.3 Multicut 630/3000 S), které umožňuje využívat operace soustružení, frézování, vrtání a to všechno na jednom stroji a na jedno upnutí a to za předpokladu zvýšené produktivity opracovaných součástí. Jedná se o provedení s protivřetenem, což umožňuje obrábění z obou stran na jedno upnutí. Tento stroj se vyrábí v pětiosém provedení, které umožňuje mimoosé opracování a pětiosé frézování. Stroj je vybaven velkokapacitním řetězovým zásobníkem nástrojů. Konstrukce stroje je navržena s ohledem na dobré ergonomické vlastnosti stroje, je zde dobrý přístup do pracovního prostoru. Vhodná kombinace synchronizování pohybů pracovního a nástrojového vřetene splní téměř všechny technologické požadavky soustružení, závitování, zapichování, vrtání, vyvrtávání, frézování vaček, odvalování ozubení, obrážení drážek i ozubení, broušení a měření. Základní parametry stroje jsou uvedeny v tab. 4.3 Multicut. [10]

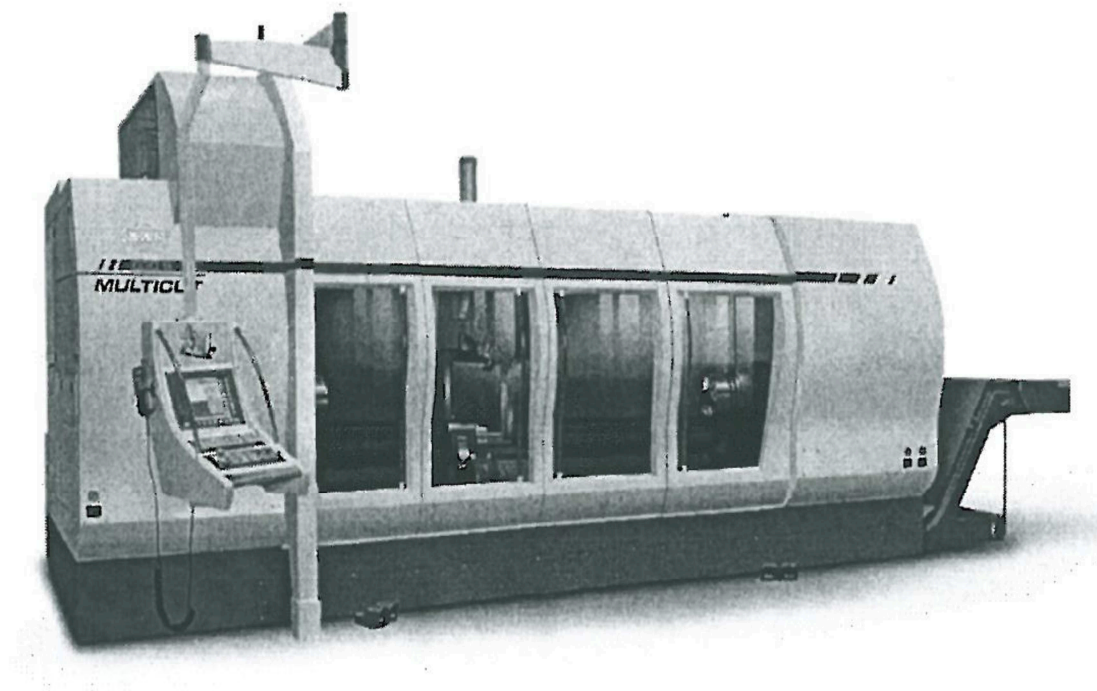
Tab. 4.3 Multicut 630/3000 S

Technické parametry		
Maximální průměr soustružení	1075	mm
Maximální délka obrábění	3 100	mm
Maximální otáčky vřetene	6 000	ot/min
Hmotnost stroje	25 000	kg
Rozměry stroje d x š x v	7 000 x 3 100 x 2 750	mm
Počet nástrojů v zásobníku	180	ks
Rychloposuv v ose X / Y / Z	40 000 x 30 000 x 40 000	mm/min
Maximální délka nástroje	500	mm
Výkon nástrojového vřetene	27 000	W
Cena	12 500 000	Kč

Doplňující parametry stroje:

- ✓ maximální hmotnost obrobku (3 500 [kg]),
- ✓ kroutící moment obrobkového vřetene (3 165 [Nm]),
- ✓ maximální průměr nástroje (175 [mm]),

- ✓ maximální hmotnost nástroje (12 [kg]),
- ✓ maximální otáčky obrobkového vřetene (2 800 [ot/min]),
- ✓ maximální zdvih nástrojového vřetene v ose X, Y, Z (780 / 400 / 3 100 [mm])
a další. [10]



Obr. 4.3 Multicut 630/3000 S [10]

4.3 Volba vhodného stroje

Pro volbu vhodného typu stroje bylo použito vícekriteriální rozhodování. Při výpočtu metod vícekriteriálního rozhodování byly jednotlivé koeficienty významnosti zaokrouhlovány na 3 desetinná místa. Následné rozhodování bylo provedeno na základě kritérií, která jsou uvedena v tab. 4.1 MULTUS B750, tab. 4.2 CTX GAMMA 2000TC a tab. 4.3 Multicut 630/3000 S. Pro lepší přehled budou kritéria sepsaná v tab. 4.4 Kritéria rozhodování. Postup byl následující, nejprve bylo provedeno stanovení koeficientu významnosti a to metodou pořadí a následně metodou známkování. Na to bylo navázáno vícekriteriálním rozhodováním, kde se nejvhodnější varianta stroje zvolila pomocí metody bazické. Při výpočtu bylo zvoleno deset kritérií, které mezi sebou porovnávali jednotliví experti.

Tab. 4.4 Kritéria rozhodování

číslo kritéria	kritérium	MULTUS B750	CTX GAMMA 2000 TC	Multicut 630/3000 S	Jednotky	Typ Kritéria
1	Maximální průměr soustružení	1050	700	1075	mm	Výnos
2	Maximální délka obrábění	3000	2 050	3 100	mm	Výnos
3	Maximální otáčky vřetene	10 000	12 000	6 000	ot/min	Výnos
4	Hmotnost stroje	38 000	24 000	25 000	kg	Náklad
5	Rozměry stroje d x š x v	8 500 x 3 532 x 3 557	7 601 x 3 435 x 2 580	7 000 x 3 100 x 2 750	mm	Náklad
6	Počet nástrojů v zásobníku	40	40	180	ks	Výnos
7	Rychloposuv v ose X / Y / Z	40 000 / 40 000 / 40 000	40 000 / 40 000 / 30 000	40 000 x 30 000 x 40 000	mm/min	Výnos
8	Maximální délka nástroje	600	400	500	mm	Náklad
9	Výkon nástrojového vřetene	37 000	40 000	27 000	W	Výnos
10	Cena	20 000 000	20 000 000	12 500 000	Kč	Náklad

4.3.1 Stanovení koeficientu významnosti metodou pořadí

Při využití vícekritériálního rozhodování bylo zvoleno využití nejprve metody pořadí. Zvolili se čtyři experti z firmy T Machinery a.s., každý z nich pak podle svého uvážení připsal ke každému kritériu jednoznačné pořadí s tím, že nejvýznamnější kritérium má ohodnocení 1. Hodnocení jednotlivých expertů je pak shrnuto v tab. 4.5 Metoda pořadí. Jako pátý člen expertů jsem byl zvolen já. [7]

Tab. 4.5 Metoda pořadí

Kritéria	expert					α_j
	Vedoucí technologie	Ředitel výroby	Obsluha stroje	Technik	Vlastní návrh	
1	1	2	2	3	2	10
2	2	3	1	2	1	9
3	6	4	5	4	5	24
4	10	10	10	10	10	50
5	9	9	9	9	9	45
6	5	7	3	7	4	26
7	7	6	6	6	6	31
8	8	8	7	8	8	39
9	4	5	4	5	7	25
10	3	1	8	1	3	16

Výpočet byl prováděn na základě teoretické části, viz podkapitola 1.5, z této kapitoly je bráno i číslování vzorců, **výpočet součtu čísel přiřazených j-tému kritériu α_j : [7]**

$$\alpha_j = \sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \quad [-] \quad (16)$$

kde:

- p počet expertů
 m počet kritérií
 α_{kj} číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu
 α_j součet čísel přiřazených j-tému kritériu

Koeficient významnosti (B) j-tého kritéria je dán vzorcem B_j : [7]

$$B_j = 1 - \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^m \alpha_j} \quad [-] \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_j = 10 + 9 + 24 + 50 + 45 + 26 + 31 + 39 + 25 + 16 = 275$$

Příklad výpočtu koeficientu významnosti pro kritéria 1, 2 a 3:

$$B_1 = 1 - \frac{10}{275} = 0,964$$

$$B_2 = 1 - \frac{9}{275} = 0,967$$

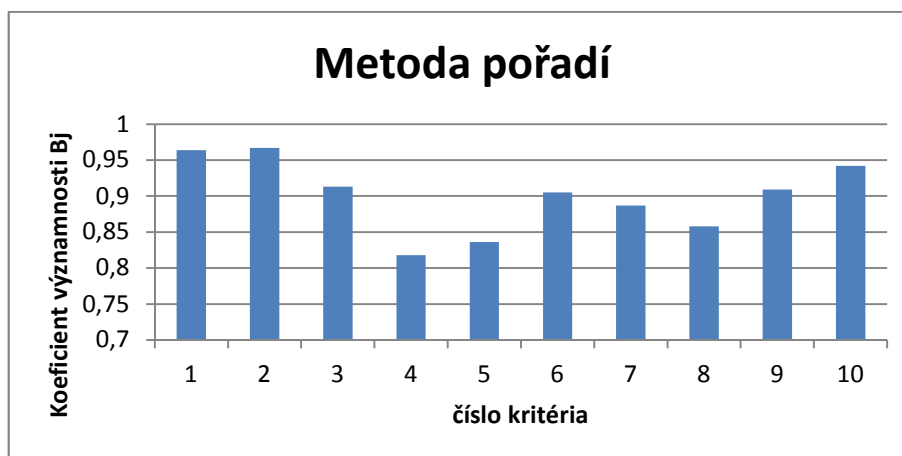
$$B_3 = 1 - \frac{24}{275} = 0,913$$

Zbývající vypočtená kritéria jsou uvedena v tab. 4.6 Koeficient významnosti

Tab. 4.6 Koeficient významnosti

Číslo kritéria	Kritérium	Výsledný koeficient významnosti B_j
1	Maximální průměr soustružení	0,964
2	Maximální délka obrábění	0,967
3	Maximální otáčky vřetene	0,913
4	Hmotnost stroje	0,818
5	Rozměry stroje d x š x v	0,836
6	Počet nástrojů v zásobníku	0,905
7	Rychloposuv v ose X / Y / Z	0,887
8	Maximální délka nástroje	0,858
9	Výkon nástrojového vřetene	0,909
10	Cena	0,942

Podle metody pořadí, bude prvním rozhodujícím kritériem číslo 2, což je maximální délka obrábění, poté následují 1, 10, 3, 9, 6, 7, 8, 5 a jako poslední je kritérium číslo 4, neboli hmotnost stroje. Pro přehlednost byl vytvořen graf 4.1 Koeficient významnosti metodou pořadí.



Graf 4.1 Koefficient významnosti metodou pořadí

4.3.2 Stanovení koeficientu významnosti metodou známkování

Každý z uvedených expertů podle vlastního uvážení oznámkuje nebo ocení důležitost jednotlivých kritérií. Toto známkování bude provedeno na stupnici (od 1 – 10). Přičemž expert nemusí volit celá čísla a stejné číslo může být přiřazeno i více kritériím. Hodnocení expertů je shrnuto v tab. 4.7 Metoda známkování. Dále jsou zde pak pod tabulkou provedeny výpočty podle uvedených vzorců. Důležité je, že jednotlivá kritéria rozhodování jsou stejná jako v tab. 4.4 Kritéria rozhodování. [7]

Tab. 4.7 Metoda známkování

Kritéria	expert				
	Vedoucí technologie	Ředitel výroby	Obsluha stroje	Technik	Vlastní návrh
1	10	9	9	8	10
2	10	9	10	9	10
3	7	7	7	7	6
4	1	2	1	1	1
5	2	1	2	2	2
6	6	5	8	5	8
7	5	6	6	6	7
8	4	3	6	3	4
9	7	7	8	6	5
10	8	10	4	10	9
$\sum \beta_{kj}$	60	59	61	57	62

Důležitost j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj} se vypočte dle vzorce:

$$P_{kj} = \frac{\beta_{kj}}{\sum_{j=1}^m \beta_{kj}} \quad [-] \quad (18)$$

kde:

p počet expertů

m počet kritérií

β_{kj} „známka“ přiřazená k-tým expertem j-tému kritériu [7]

Příklad výpočtu důležitosti j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj} :

$$P_{11} = \frac{\beta_{11}}{\sum_{j=1}^m \beta_{k1}} = \frac{10}{60} = \underline{0,167}$$

$$P_{21} = \frac{\beta_{21}}{\sum_{j=1}^m \beta_{k1}} = \frac{9}{59} = \underline{0,153}$$

$$P_{31} = \frac{\beta_{31}}{\sum_{j=1}^m \beta_{k1}} = \frac{9}{61} = \underline{0,148}$$

$$P_{41} = \frac{\beta_{41}}{\sum_{j=1}^m \beta_{k1}} = \frac{8}{57} = \underline{0,140}$$

$$P_{51} = \frac{\beta_{51}}{\sum_{j=1}^m \beta_{k1}} = \frac{10}{62} = \underline{0,161}$$

V tab. 4.8 Důležitost j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj} jsou uvedeny výsledné hodnoty váhy j-tého kritéria u k-tého experta.

Tab. 4.8 Důležitost j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj}

P_{11}	0,167	P_{12}	0,167	P_{13}	0,117	P_{14}	0,017	P_{15}	0,033
P_{21}	0,153	P_{22}	0,153	P_{23}	0,119	P_{24}	0,034	P_{25}	0,017
P_{31}	0,148	P_{32}	0,164	P_{33}	0,115	P_{34}	0,016	P_{35}	0,033
P_{41}	0,14	P_{42}	0,158	P_{43}	0,123	P_{44}	0,018	P_{45}	0,035
P_{51}	0,161	P_{52}	0,161	P_{53}	0,097	P_{54}	0,016	P_{55}	0,032

P_{16}	0,1	P_{17}	0,083	P_{18}	0,067	P_{19}	0,117	P_{110}	0,133
P_{26}	0,085	P_{27}	0,102	P_{28}	0,051	P_{29}	0,119	P_{210}	0,169
P_{36}	0,131	P_{37}	0,098	P_{38}	0,098	P_{39}	0,131	P_{310}	0,066
P_{46}	0,088	P_{47}	0,105	P_{48}	0,053	P_{49}	0,105	P_{410}	0,175
P_{56}	0,129	P_{57}	0,113	P_{58}	0,065	P_{59}	0,081	P_{510}	0,145

Koeficient významnosti j-tého kritéria je pak dán vzorcem: [7]

$$B_j = \sum_{k=1}^m P_{kj} \quad [-] \quad (19)$$

kde:

P počet expertů

P_{kj} je váha j-tého kritéria u k-tého experta

Příklad výpočtu koeficientu významnosti 1. kritéria – maximální průměr soustružení:

$$B_1 = \sum_{k=1}^m P_{k1} = 0,167 + 0,153 + 0,148 + 0,140 + 0,161 = \underline{0,769}$$

Výsledky koeficientu významnosti j-tého kritéria jsou zapsány v tabulce 4.9.

Tab. 4.9 Koeficient významnosti j-tého kritéria B_j

Číslo kritéria	Kritérium	Výsledný koeficient významnosti B_j
1	Maximální průměr soustružení	0,769
2	Maximální délka obrábění	0,803
3	Maximální otáčky vřetene	0,571
4	Hmotnost stroje	0,101
5	Rozměry stroje d x š x v	0,15
6	Počet nástrojů v zásobníku	0,533
7	Rychloposuv v ose X / Y / Z	0,501
8	Maximální délka nástroje	0,334
9	Výkon nástrojového vřetene	0,553
10	Cena	0,688

Normovatelný koeficient významnosti

Lze jej využít v případě, kdy bychom chtěli provést vzájemné srovnání koeficientů významnosti, v tomto případě je dobré koeficienty normovat. **Normování se provádí na základě vztahu:** [7]

$$B_{jN} = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^m B_j} \quad [-] \quad (20)$$

Vzorec pro kontrolu:

$$\sum_{i=1}^m B_{jN} = 1,00 \quad [-] \quad (21)$$

kde:

m	.....	počet kritérií
B_{jN}	.....	normovaný koeficient významnosti j-tého kritéria
B_j	.....	nenormovaný koeficient významnosti j-tého kritéria

Příklad výpočtu normovatelného koeficientu významnosti pro kritérium č. 1 - maximální průměr soustružení:

$$B_{1N} = \frac{B_1}{\sum_{j=1}^m B_j} =$$

$$B_{1N} = \frac{0,769}{0,769 + 0,803 + 0,571 + 0,101 + 0,15 + 0,533 + 0,501 + 0,334 + 0,553 + 0,688}$$

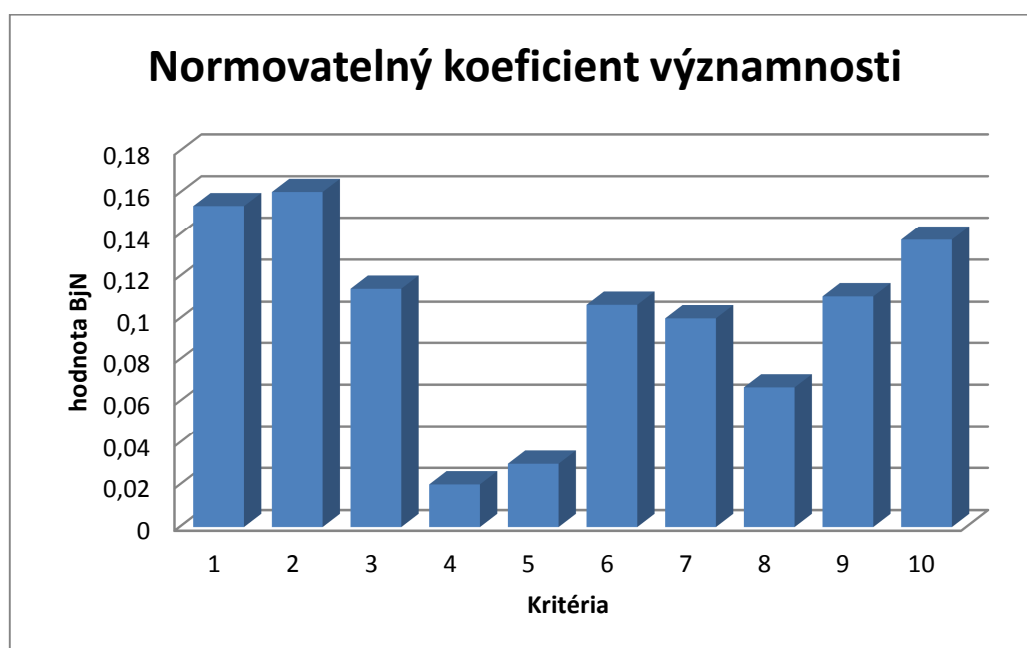
$$B_{1N} = \underline{0,154}$$

Výsledky normovatelného koeficientu významnosti jsou uvedeny v tab. 4.10 Normovatelný koeficient významnosti. Zde bylo zjištěno, že největší koeficient má délka obrábění a na to navazuje maximální průměr soustružení, zatímco na opačném konci se nachází hmotnost stroje.

Tab. 4.10 Normovatelný koeficient významnosti

Číslo kritéria	Kritérium	Výsledný koeficient významnosti B_{jN}
1	Maximální průměr soustružení	0,154
2	Maximální délka obrábění	0,161
3	Maximální otáčky vřetene	0,114
4	Hmotnost stroje	0,020
5	Rozměry stroje d x š x v	0,029
6	Počet nástrojů v zásobníku	0,107
7	Rychloposuv v ose X / Y / Z	0,100
8	Maximální délka nástroje	0,067
9	Výkon nástrojového vřetene	0,110
10	Cena	0,138

Pro lepší přehlednost jsou výsledky zobrazeny i v grafu 4.2 Normovatelný koeficient významnosti.



Graf 4.2 Normovatelný koeficient významnosti

4.3.3 Vícekriteriální rozhodování - využití metody bazické

Metoda bazická byla zvolena pro porovnávání parametrů stroje. Podstata metody spočívá ve vytvoření fiktivní varianty, jako např. průměrné hodnoty z údajů všech uvažovaných variant. Dále pak jde o dílčí porovnání všech uvažovaných variant s variantou bazickou a to včetně zohlednění koeficientu významnosti. V tomto případě byl zvolen normovatelný koeficient významnosti. [7]

Při výpočtu bylo postupováno tak, že nejprve byla vypočtena **fiktivní varianta** h_{bj} dle vzorce:

$$h_{bj} = \frac{1}{x} * \sum_1^x h_{ij} \quad [-] \quad (22)$$

kde:

x je počet variant

h_{ij} je hodnota i-té varianty j-tého kritéria [7]

Při výpočtu fiktivní varianty se vycházelo z tab. 4.4 Kritéria rozhodování.

Příklad výpočtu fiktivní hodnoty kritéria č. 1 - maximální průměr soustružení:

$$h_{b1} = \frac{1}{x} * \sum_1^x h_{i1} = \frac{1}{3} * (1050 + 700 + 1075) = \frac{1}{3} * 2825 = \underline{941,66}$$

Příklad výpočtu fiktivní hodnoty kritéria č. 2 - maximální délka obrábění:

$$h_{b2} = \frac{1}{x} * \sum_1^x h_{i2} = \frac{1}{3} * (3000 + 2050 + 3100) = \frac{1}{3} * 8150 = \underline{2716,67}$$

Ovšem nastává problém u rozměrů stroje a rychloposuvu. Proto byl tento propočet zjednodušen a tyto kritéria nebudou počítány, jelikož to nelze, protože by musel být propočet každý z těchto tří rozměrů samostatně. Tedy bylo počítáno jen s těmito kritérii, které jsou uvedeny níže v tab. 4.11 Hodnoty kritéria fiktivní varianty.

Tab. 4.11 Hodnoty kritéria fiktivní varianty

číslo kritéria	kritérium	MULTUS	CTX GAMMA 2000 TC	Multicut 630/3000 S	Jednotky	Typ Kritéria	Hodnota fiktivního kritéria
1	Maximální průměr soustružení	1050	700	1075	mm	Výnos	941,66
2	Maximální délka obrábění	3000	2 050	3 100	mm	Výnos	2 716,67
3	Maximální otáčky vřetene	10 000	12 000	6 000	ot/min	Výnos	9 333,33
4	Hmotnost stroje	38 000	24 000	25 000	kg	Náklad	29 000
6	Počet nástrojů v zásobníku	40	40	180	ks	Výnos	86,66
8	Maximální délka nástroje	600	400	500	mm	Náklad	500
9	Výkon nástrojového vřetene	37 000	40 000	27 000	W	Výnos	34 667
10	Cena	20 000 000	20 000 000	12 500 000	Kč	Náklad	17 500 000

Nyní bude proveden **propočet koeficientů z_{ij}** – dílčí porovnání všech uvažovaných variant s variantou bazickou, **pro kritéria typu náklady** použijí vzorec:

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} * B_{jN} \quad [-] \quad (23)$$

kde:

h_{bj} hodnota j-tého kritéria u bazické varianty

h_{ij} hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_{jN} normovatelný koeficient významnosti j-tého kritéria [7]

Příklad výpočtu kritéria č. 8 – maximální délky nástroje nabídky MULTUS B750:

$$z_{18} = \frac{h_{b8}}{h_{18}} * B_{N8} = \frac{500}{600} * 0,067 = \underline{0,056}$$

Zde bude proveden **propočet koeficientů z_{ij}** – dílčí porovnání všech uvažovaných variant s variantou bazickou, pro **kritéria typu výnosy** použiji vzorec: [7]

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} * B_{jN} \quad [-] \quad (24)$$

Příklad výpočtu kritéria č. 9 – výkon nástrojového vřetene nabídky MULTUS B750:

$$z_{19} = \frac{h_{19}}{h_{b9}} * B_9 = \frac{37\,000}{34\,667} * 0,110 = \underline{0,117}$$

V okamžiku, kdy budou tyto hodnoty vypočteny, zbývá určit hodnotu relativní užitelnosti S_j pro každou variantu a to tak, že udělám součet z_{ij} viz tab. 4.12 Hodnota relativní užitelnosti.

Tab. 4.12 Hodnota relativní užitelnosti

kritérium	MULTUS B750	Z_{1j}	CTX GAMMA 2000 TC	Z_{2j}	Multicut 630/3000 S	Z_{3j}	Typ Kritéria	Hodnota fiktivního kritéria	B_{jN}
1	1050	0,172	700	0,114	1075	0,176	Výnos	941,66	0,154
2	3000	0,178	2 050	0,121	3 100	0,184	Výnos	2 716,67	0,161
3	10 000	0,122	12 000	0,147	6 000	0,073	Výnos	9 333,33	0,114
4	38 000	0,015	24 000	0,024	25 000	0,023	Náklad	29 000	0,02
6	40	0,049	40	0,049	180	0,222	Výnos	86,66	0,107
8	600	0,056	400	0,084	500	0,067	Náklad	500	0,067
9	37 000	0,117	40 000	0,127	27 000	0,086	Výnos	34 667	0,11
10	20 000 000	0,121	20 000 000	0,121	12 500 000	0,193	Náklad	17 500 000	0,138
S_j		0,83		0,787		1,024			
Konečné pořadí		2		3		1			

Jak ukazuje výpočet vícekritériálního rozhodování, jeví se jako nejvhodnější alternativa Multicut 630/3000 S od společnosti KOVOSVIT MAS. Tento stroj splňuje všechna kritéria. Jedním z nejdůležitějších kritérií byla cena, která tak souvisela i s politikou společnosti, která říká, že na prvním místě při rozhodování je cena. Jeho další velkou výhodou je velký pracovní prostor, který splňuje všechny požadavky pro výrobu dalších součástek, jako jsou jiné typy součástky „Unašeč satelitů“. Na základě konzultace s vedoucím oddělení technologie a vlivem politiky společnosti T Machinery a.s. se tedy rozhodli pro tento stroj Multicut 630/3000 S.

5 Zhodnocení navrhovaného řešení

Bylo provedeno zhodnocení původního technologického postupu s novým technologickým postupem, který byl vypracován na nejvíce vyhovující variantu stroje Multicut 630/3000 S. Vzhledem k tomu, že nelze úplně všechno vyrobit na stroji Multicut, jelikož musí dojít nejprve ke zušlechtění součástky, kdy se součástka odváží do kooperace, kde vlastně probíhá původní technologický postup až k tomuto místu, poté přijde hned součástka do tryskače a až od tohoto místa provádí Multicut 630/300 S zbylé soustružnické, frézařské, vrtařské a odvalovací operace.

5.1 Tok součástky výrobou dle nového technologického postupu

V podkapitole 3.1 je popsán původní technologický postup. Tato část se zaměřuje na nový technologický postup, který je, až po operaci č. 4 čímž je kooperace stejný. Od této části dochází ke změně, jelikož je součást přesunuta na tryskač a poté ultrazvukovou kontrolu, až po stroj Multicut. Proto zde první čtyři operace nebyly uvedeny, jelikož jsou totožné s původním technologickým postupem, nový technologický postup je uveden níže. V **příloze I** je rozčlenění operací u součástky „Unašeč satelitů“ Multicut TP. V tabulce 5.1 jsou uvedeny přípravný čas, výrobní čas, stroj, třída pracovníka a středisko, kde dochází k výrobě.

1. *Tryskač* – pracovník provádí přípravu na očištění, odmaštění, usušení dílce a jeho následné uložení do tryskacího stroje. Ve výrobním čase dojde k jeho otryskání. Poté se uloží do palety, zajistí a obnoví se označení polotovaru.
2. *Ultrazvuková kontrola* – jedná se o zvláštní kontrolní pracoviště, kde zaměstnanec provádí ultrazvukovou kontrolu unášeče, kde hledá případné vnější i vnitřní trhliny. Jedná se o nenormované pracoviště, tedy nejsou zde uvedeny žádné přípravné ani výrobní časy.
3. *Multicut 630/3000 S* – přípravný čas pracovníka zde v sobě obsahuje opět čas, přípravy, upnutí středění a zajištění součástky. Výrobní čas pracovníka v sobě zahrnuje
 - zarovnání čela na straně, kde bude otvor 45 H7,
 - vrtání otvoru 45 H7 do hloubky 65 mm,

- vrtání otvoru průměru 32 do hloubky min 336 mm,
- soustružení otvoru 92 H7 hloubky 15 mm ,
- sražení hran 1x45°, 3x60° a 6x30° ,
- vrtat otvory průměru 8,5 hloubky 32,5 mm pro M10-4x ,
- řezat závit M10 – 4x,
- soustružit průměr 154 f6 délky 60 mm,
- soustružit zápich průměru 134 mm šířky 20 mm,
- soustružit průměr 169 délky 150 mm,
- soustružit průměr 180 f7 a 180 k6,
- srazit hranu 5,5x45°,
- soustružit průměr 320 mm,
- odvalit ozubení 170x5x9g délky 125 mm hotově.

Do přípravného času pak náleží ještě čas na vyjmutí obrobku, očištění, odjehlení a označení (viz tab. 5.1).

4. *Multicut 630/3000 S* – přípravný čas pracovníka zde v sobě obsahuje opět čas, přípravy, upnutí středění a zajištění součástky. Výrobní čas pracovníka v sobě zahrnuje:

- zarovnání čela na délku 626 mm,
- obrábění průměru 116 hloubky 225 mm,
- obrábění průměru 138 délky 110 mm,
- obrábění průměru 50 H7 hloubky 10 mm,
- srazit hrany 1x45° - 4x,
- vrtat otvor průměru 7 hloubky 25 mm pro M8x1.0 ,
- řezání závitu M8x1.0,
- frézovat okna 138x110 mm – 4x,
- obrábět otvory průměru 50 H7 – 4x ,
- obrábět otvory průměru 40 H7 – 4x,
- srazit hrany 1x45° - 12x,
- soustružit průměr 180 f7 délky 20 mm,
- soustružit průměr 180 k6 délky 120 mm,
- soustružit průměr 320 délky 196 mm,
- srazit hrany 10x45° - 2x,
- soustružit zápich R4 hloubky 2 mm,
- vrtat průměr 3 hloubky 10 mm.

Do přípravného času pak náleží ještě čas na vyjmutí obrobku, očištění, odjehlení a označení (viz tab. 5.1).

5. *Zámečnické práce* – pracovník musí využít čas na přípravu, ražení čísla výkresu, výrobního čísla a očistit součástku. Poté proběhne kontrola OTK.

Tab. 5.1 Časy výroby a časy přípravy

Název stroje	Čas přípravy (min)	Čas výroby (min)	Třída pracovníka	Středisko
Zámečník	9	10	4	Dílna svařovna
Vodorovná vyvrtávačka	40	160	5	Dílna obrobna 01
Soustruh 800	65	680	5	Dílna obrobna 04
Kooperace	-	-	-	Odloučené pracoviště
Tryskač	4	5,5	3	Dílna povrchové úpravy
Ultrazvuková zkouška	-	-	-	Specializované pracoviště
Multicut 630/3000 S	25	365	6	Dílna obrobna 05
Multicut 630/3000 S	30	780	6	Dílna obrobna 05
Zámečník	15	5	4	Dílna svařovna
celkový čas	188	2005,5		

Výše jsou uvedeny a popsány operace tak, jak na sebe navazují při výrobě součástky. Jak je vidět tak v tabulce 5.1 jsou uvedeny jen časy výroby a časy přípravy, nejsou zde zahrnuty časy manipulace, které zahrnují přenášení výrobku z jednoho stroje na druhý. Po sečtení všech těchto časů, zjistíme, jak dlouho trvá čistě výrobní a přípravný čas této součástky. Celkový čas stroje je tedy 2 193,5 min. Pokud tento čas převedeme na hodiny, zjistíme, že je to 36 hod a 36 minut. Pokud budeme brát, že pracovní doba jedné směny trvá 8 hodin, dostaneme tím počet pracovních směn pro zhotovení jedné součástky, což je 4,6 směny. Ve společnosti se pracuje na dvousměnný provoz, dostáváme tím tedy, že jde o 2,3 pracovních dnů. Vzhledem však k přesouvání mezi stroji a manipulace může tento čas být až 3 dny.

$$\text{celkový čas} = 2005,5 + 188 = \underline{2\,193,5 \text{ min}}$$

$$\text{počet pracovních hodin} = \frac{2\,193,5}{60} = \underline{36,6 \text{ hod}} = 36 \text{ hod } 36 \text{ min}$$

$$\text{počet pracovních směn} = \frac{36,6}{8} = \underline{4,6 \text{ prac. směny}}$$

$$\text{počet pracovních dnů} = \frac{36,6}{16} = \underline{2,3 \text{ dnů}}$$

5.2 Porovnání časů původního postupu a stroje Multicut

Jak lze již pozorovat v podkapitole 5.1 je zřejmé, že výroba pomocí stroje Multicut je o poznání rychlejší. V předchozím postupu byl čas potřebný pro přípravu a výrobu součástky 5 431,5 minut. Což činilo 90 hod a 30 minut, v případě počtu pracovních dnů 5,7 pracovních dnů. Pomocí Multicutu kde čas přípravy a výroby součástky činil 2 193,5 minut. Což bylo 36 hod a 36 min a v přepočtu na pracovní dny 2,3 dnů je už na první pohled patrné, že tento stroj zkrátí výrobní čas součástky až dvojnásobně.

Výpočet zkrácení času ve dnech:

$$Z_{\check{c}} = \frac{d_{\text{stp}}}{d_{\text{ntp}}} = \frac{5,7}{2,3} * 100 = \underline{248\%} \quad [\%] \quad (26)$$

kde:

$Z_{\check{c}}$	.....	zkrácení času
d_{stp}}	.....	počet dnů podle starého technologického postupu
d_{ntp}}	.....	počet dnů podle nového technologického postupu

Což znamená, že výroba pomocí stroje Multicat je až o 248 % rychlejší než výroba pomocí původního postupu. Přičemž se musí brát na zřetel to, že tato výroba bude ještě mnohem rychlejší, protože zde odpadá manipulace a přesouvání součástky na další stroje.

Problém je, že nelze zjistit jaký je opravdový celkový čas na výrobu jednoho kusu součástky, jelikož zde nevíme, jaké jsou časy manipulace a přesunu součástky mezi jednotlivými stroji, poněvadž tyto časy nejsou nikdy stejné, odvíjí se od manipulačních časů a vytíženosti stroje. Tzn. zda na tomto stroji nejsou vyráběny zrovna jiné součástky, které se vztahují k jednomu celku a tím je kombajn MB 410 E.

5.3 Ekonomická návratnost investice

Pro výpočet ekonomické návratnosti investice, bylo postupováno tak, že se nejprve spočítalo kolik kusů výrobků je společnost schopna vyrobit za 1 rok na stroji Multicut. Poté bylo spočteno, kolik kusů je potřeba pro zaplacení stroje. Vycházelo z čistého zisku na jeden kus součástky, tím bylo docíleno zjištění, za kolik let se společnosti tato investice vrátí. Při výpočtu se vycházelo z tabulky 5.2.

Tab. 5.2 Kalkulační list

Název	Unašeč satelitů vstupní hřídel R
Výrobní režie	500%
Správní a odbytová režie	500%
Zisk	20%
	26.4.2012
číslo výkresu	02-905-13
název	Unašeč satelitů vstupní hřídel R
Výrobní dávka	1,00
mzdy Tb	258,70
mzdy Ta	3 016,10
mzdy celkem	3 274,80
materiál	21 666,00
doprava KOO	0,00
kooperace	7 200,00
OPN	0,00
výr. režie	16 374,00
výrobní cena	48 514,80
správ. a odb. režie	16 374,00
nákladová cena	64 888,80
zisk	12 977,76
KC bez DPH	77 866,56
Platí od 7.2.2012	Multicut

Výpočet ekonomické návratnosti stroje Multicut**Výpočet počtu kusů součástky „Unašec satelitů“ za 1 rok:**

$$P_K = \frac{d}{d_M} = \frac{252}{2,3} = 109,57 \text{ ks} = \underline{109 \text{ ks}} \quad [\text{ks}] \quad (27)$$

kde:

- d počet pracovních dní v roce
d_M počet pracovních dní při výrobě Multicutu
P_K počet kusů za rok

Jak bylo zjištěno, cena stroje Multicut 630/3000 S je 12 500 000 Kč a čistý zisk za jednu součástku činí 12 977,76 Kč. Tento čistý zisk vyplývá z ceny bez DPH, kde byly od této ceny odečteny správní a odběrové režie, výrobní režie, kooperace, materiál a mzdy. Z toho se bude při výpočtu vycházet, aby se zjistilo, **kolik je třeba vyrobit kusů, než se stroj splatí**, tedy:

$$A = \frac{C_M}{Z_S} = \frac{12\,500\,000}{12\,977,76} = 963,19 = \underline{964 \text{ ks}} \quad [\text{ks}] \quad (28)$$

kde:

- A počet kusů na splacení stroje
C_M cena stroje Multicut
Z_S čistý zisk na jednom kusu součástky

Na základě zjištění, kolik kusů součástek se vyrobí za rok, dá se velmi snadno dopočítat, **za kolik let se tato investice do nákupu stroje Multicut vrátí** tzn.:

$$N_I = \frac{A}{P_K} = \frac{964}{109} = \underline{8,84 \text{ roků}} \quad [\text{rok}] \quad (29)$$

kde:

- N_I návratnost investice

Jak stanovuje výpočet ekonomické návratnosti investice, společnosti T Machinery a.s. se tato investice do stroje Multicut 630/3000 S vrátí za 8,84 let, což je 8 let a 10 měsíců. Tento výpočet platí jen ve chvíli, kdy bude kompletně připravena výroba pro tuto součástku, tedy ve chvíli kdy bude docíleno ideálního stavu na pracovišti. V tomto výpočtu je počítáno pouze s časem výroby a časem přípravy, není zde zahrnut čas na přesouvání součástky, ale ten bude jen minimální ve chvíli, kdy se výroba dostane do ideálního stavu.

Závěr

„Kdybych měl posledních pět dolarů, tak tři z nich věnuji na reklamu [4].“

Henry Ford

Cílem diplomové práce bylo zefektivnění výroby součástky tzv. „Unašeč satelitů“ ve společnosti T Machinery a.s. Zde se jednalo především o výběr vhodného stroje, vlivem vysokých časových ztrát původní technologie a z toho plynoucí i ekonomické ztráty. Poté co byl zvolen vhodný stroj, bylo dalším cílem vypočítat jeho ekonomickou návratnost a jeho časovou efektivnost v porovnání s původní technologií.

V první části práce jsou uvedeny základní pojmy a výpočty, které jsou zapotřebí pro pochopení zpracování praktické části diplomové práce.

Ve druhé části práce je uvedena charakteristika společnosti. Její historie, organizační struktura, ekonomický přehled v letech 2007 - 2009 a sortiment výroby.

Třetí část byla zpracována z hlediska současného stavu, panujícího ve firmě z hlediska toku součástky výrobou. Dále zde byly zpracovány dva snímky pracovního dne a to na stroji „bruska na kulato“, kde bylo zjištěno, že stupeň zaměstnanosti pracovníka je zde 91,86% a podíl podmíněně nutných přestávek činí 0%, dalším strojem byla „odvalovací frézka“, kde bylo zjištěno, že stupeň zaměstnanosti pracovníka je 38,75%, přičemž podíl podmíněně nutných přestávek dosahoval až 56,04%. Při sledování původního toku součástky výrobou bylo zjištěno, že celkový čas, který zahrnuje čas výroby a čas přípravy činí 5 431,5 min. Při dalším výpočtu, bylo zjištěno, že pro výrobu součástky „Unašeč satelitů“ je třeba 5,7 dnů.

Čtvrtá část práce byla zaměřena na popis kritérií, která se společnost rozhodla využít při volbě vhodných typů stroje, které by mohly zefektivnit výrobu. Zde byly zveřejněny tři nabídky od renomovaných společností a na základě vícekritériálního rozhodování, jmenovitě metody bazické, byla vybrána nejvhodnější varianta. Na posledním místě skončil stroj CTX GAMMA 2000 TC, kde hodnota jeho relativní užitnosti byla 0,787. Druhé místo patří stroji MULTUS B750, kde jeho relativní užitnost je 0,830. Jako první a tedy nejvhodnější stroj skončil MULTICUT 630/3000 S, jeho

relativní užitnost je 1,024. Společnost se na základě těchto výpočtů rozhodla pro tuto variantu.

V poslední kapitole bylo provedeno zhodnocení navrhovaného řešení a jeho ekonomická návratnost. Zde bylo provedeno porovnání původní a nové technologie, kde výroba součástky původní technologií trvala 5,7 dnů. Zatímco u nové technologie byl celkový čas, tedy čas přípravy a výroby 2 193,5 min, což odpovídalo 2,3 pracovním dnům. Porovnáním těchto časů bylo zjištěno, že časová úspora při výrobě součástky „Unašeč satelitů“ pomocí nové technologie je 248%, kde tato technologie přináší více než dvojnásobnou časovou úsporu. Na základě kalkulačního listu a doby výroby jedné součástky, která byla zjištěna pomocí technologického postupu, byla vypočtena ekonomická návratnost investice. Nejprve bylo zjištěno, že se vyrobí 109 ks součástek za rok, poté bylo vypočteno, kolik je třeba součástek vyrobit pro splacení stroje, kde vyšlo 964 ks. Následně bylo zjištěno, že ekonomická návratnost investice je 8,84 let, což odpovídá době 8 let a 10 měsícům.

Tímto bylo dosaženo splnění všech cílů, jenž byly stanoveny společností T Machinery a.s. a to výpočet ekonomické návratnosti, časové úspory a volby vhodného typu stroje.

Seznam použité literatury

- [1] NOVÁK, Josef. *Racionalizace výroby*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava 2007 [cit. 2012-02-05]. Dostupné z: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- [2] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: Cvičení II*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-0962-1.
- [3] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1223-1.
- [4] Citáty slavných. *Henry Ford* [online]. 2011 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.citaty-slavnych.cz/autor/Henry_Ford
- [5] T Machinery. *Výroční zpráva* [online]. 2010 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.tmachinery.cz/perch/resources/vyroчна20zprava20200911.pdf>
- [6] T Machinery. *výrobní program* [online]. 2011 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.tmachinery.cz/cs/vyrobni-program>
- [7] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: Cvičení I*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 2003 [cit. 2012-02-05]. Dostupné z: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/skripta%20Oa%C5%98_cv%20I.pdf
- [8] DMG. *CTX TC series* [online]. 2011 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: [http://www.dmg.com/query/internet/v3/pdl.nsf/d2f41c26e2891f15c1257387003a1244/\\$file/pt0uk11_ctx-tc-series.pdf](http://www.dmg.com/query/internet/v3/pdl.nsf/d2f41c26e2891f15c1257387003a1244/$file/pt0uk11_ctx-tc-series.pdf)
- [9] DMG. *CTX gamma 2000TC* [online]. 2011 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.dmg.com/en,turning,ctxgamma2000tc>
- [10] *Příloha ke kupní smlouvě: Technická specifikace stroje*. [cit. 2012-04-27] KOVOSVIT MAS, 2011

- [11] OKUMA. *MULTUS B750* [online]. 2010 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: http://www.okuma.com/products/machines/lathes/multus_series/multus-b750/
- [12] OKUMA. *MULTUS B750* [online]. 2011 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://ebookbrowse.com/multus-b750-pdf-d193766181>
- [13] T Machinery. *O společnosti* [online]. 2011 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://www.tmachinery.cz/cs/o-spolecnosti>

Seznam příloh

Příloha A Schéma organizační struktury společnosti

Příloha B Rozvaha společnosti T Machinery a.s. v letech 2007 - 2009

Příloha C Výsledovka společnosti T Machinery a.s. v letech 2007 - 2009

Příloha D Sortiment společnosti T Machinery a.s.

Příloha E Technologický výkres součástky „Unašeč satelitů 2“

Příloha F Snímek pracovního dne „bruska na kulato“

Příloha G Snímek pracovního dne „odvalovací frézka“

Příloha H Rozčlenění operací u součástky „Unašeč satelitů“ původní postup

Příloha I Rozčlenění operací u součástky „Unašeč satelitů“ Multicut TP

Seznam obrázků a tabulek

Kapitola 1

Obr. 1.1 Příklad komplexního přístupu u CNC obráběcího stroje.....	13
Obr. 1.2 Příklad komponentního přístupu u CNC obráběcího stroje.....	14
Obr. 1.3 Příklad systémového přístupu při řešení optimálního hrubování.....	15
Obr. 1.4 Systém procesu v podniku.....	16
Obr. 1.5 Příklad členění výrobního procesu.....	18
Obr. 1.6 Členění spotřeby času pracovníka ve směně.....	19
Obr. 1.7 Členění spotřeby času výrobního zařízení.....	20

Kapitola 2

Graf 2.1 Vývoj tržeb za výrobky, služby a zboží za dané časové období.....	35
Graf 2.2 Vývoj zaměstnanosti v T Machinery a.s. za dané časové období.....	36
Obr. 2.1 Kombajn MB 410E.....	37
Tab. 2.1 Dozorčí rada společnosti.....	33
Tab. 2.2 Představenstvo společnosti.....	34
Tab. 2.3 Management společnosti.....	34
Tab. 2.4 Retrospektiva ekonomických ukazatelů.....	35

Kapitola 3

Obr. 3.1 „Unašeč satelitů“.....	43
Tab. 3.1 Časy výroby a časy přípravy.....	42
Tab. 3.2 Skutečná bilance spotřeby času směny – bruska na kulato.....	44
Tab. 3.3 Skutečná bilance spotřeby času směny – odvalovací frézka.....	47

Kapitola 4

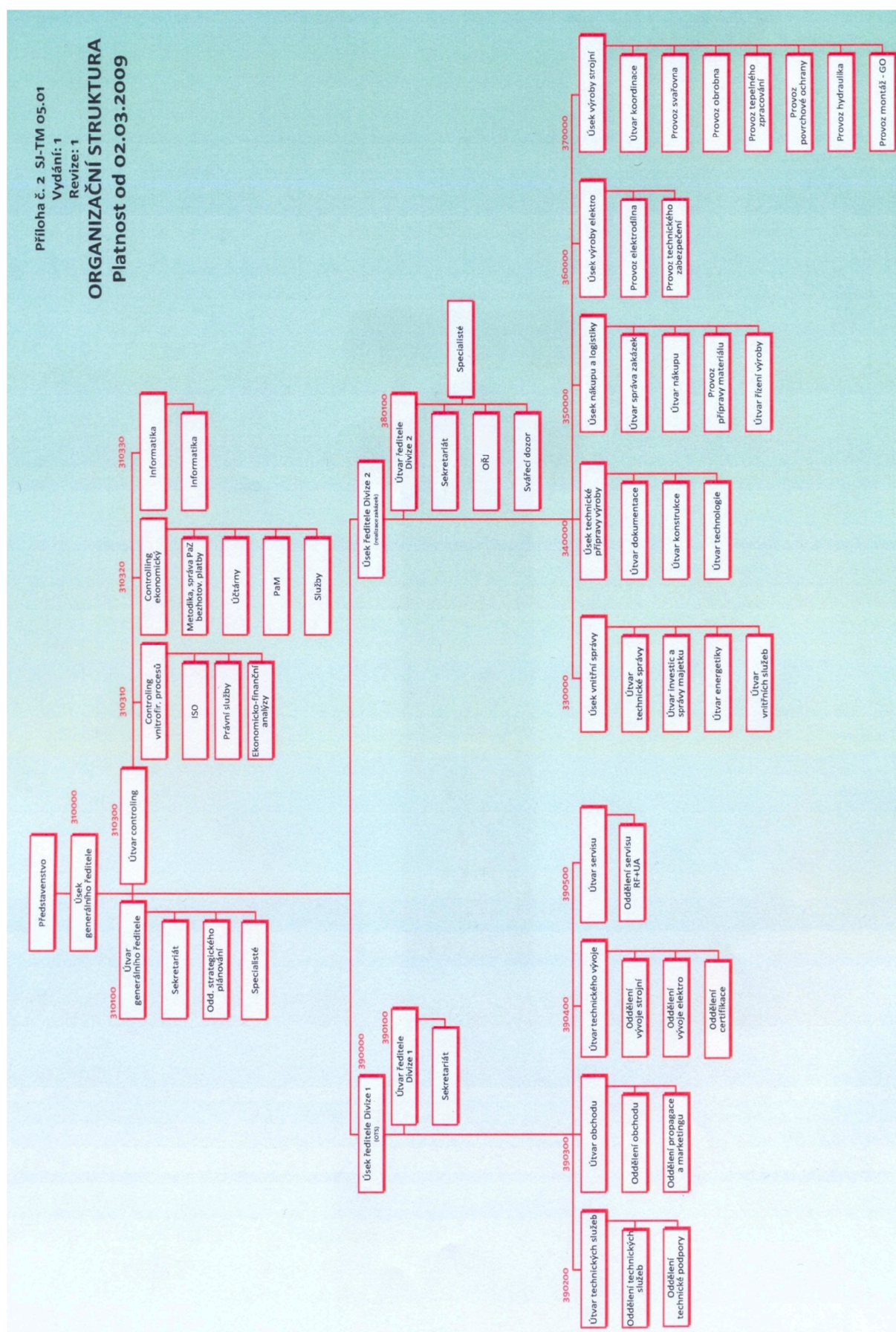
Graf 4.1 Koeficient významnosti metoda pořadí.....	60
Graf 4.2 Normovatelný koeficient významnosti.....	64
Obr. 4.1 MULTUS B750.....	53
Obr. 4.2 CTX GAMMA 2000TC.....	54
Obr. 4.3 Multicut 630/3000 S.....	55
Tab. 4.1 MULTUS B750.....	52
Tab. 4.2 CTX GAMMA 2000TC.....	54

Tab. 4.3 Multicut 630/3000 S.....	55
Tab. 4.4 Kritéria rozhodování.....	57
Tab. 4.5 Metoda pořadí.....	58
Tab. 4.6 Koeficient významnosti.....	59
Tab. 4.7 Metoda známkování.....	60
Tab. 4.8 Důležitost j-tého kritéria u k-tého experta P_{kj}	61
Tab. 4.9 Koeficient významnosti j-tého kritéria B_j	62
Tab. 4.10 Normovatelný koeficient významnosti.....	64
Tab. 4.11 Hodnoty kritéria fiktivní varianty.....	66
Tab. 4.12 Hodnota relativní užitelnosti.....	67

Kapitola 5

Tab. 5.1 Časy výroby a časy přípravy.....	71
Tab. 5.2 Kalkulační list.....	73

Příloha A Schéma organizační struktury společnosti



Příloha B Rozvaha společnosti T Machinery a.s. v letech 2007 - 2009

Položka	31.12.2007	31.12.2008	31.12.2009
Aktiva celkem	418 084	514 972	573 467
Dlouhodobý majetek	123 667	128 813	114 294
Dlouhodobý hmotný majetek	120 735	120 255	108 942
Samostatné movité věci a soubory movitých věcí	36 088	34 516	26 304
Oběžná aktiva	288 873	360 195	427 109
Zásoby	193 453	190 256	278 541
Materiál	98 115	102 945	90 545
Nedokončená výroba	74 626	73 222	177 909
Výrobky	11 177	3 343	3 681
Zboží	2 509	8 038	2 914
Poskytnuté zálohy na zásoby	7 026	2 708	3 492
Krátkodobé pohledávky	78 520	152 731	96 991
Pohledávky z obchodního styku	55 894	130 611	88 279
Pohledávky ke společníkům	0	0	0
Ostatní pohledávky	22 626	22 120	8 712
Finanční majetek	13 928	13 982	48 510
Peníze	113	123	240
Účty v bankách	13 815	13 859	48 270
Ostatní aktiva - přechodné účty aktiv	5 544	25 964	32 064
Časové rozlišení	5 544	25 964	32 064
Náklady příštích období	5 544	25 964	32 064
Položka	31.12.2007	31.12.2008	31.12.2009
Pasiva celkem	418 084	514 972	573 467
Vlastní kapitál	107 927	134 864	148 001
Základní kapitál	37 010	87 255	111 555
Základní kapitál	37 010	87 255	111 555
Změna základního kapitálu	0	0	0
Nerozdělený zisk minulých let	92	92	92
Neuhrazená ztráta minulých let	0	0	0
Rezervní fond	1 994	20 297	22 789
Výsledek hospodaření běžného úč. období	68 831	27 220	13 565
Cizí zdroje	309 776	379 644	424 567
Rezervy	47 242	50 583	32 697
Ostatní rezervy	0	0	0
Dlouhodobé závazky	1 583	1 926	1 624
Odložený daňový závazek	1 583	1 926	1 624
Krátkodobé závazky	260 947	285 788	248 888
Závazky z obchodního styku	101 172	145 525	113 433
Závazky – ovládající a řídicí osoba	0	0	0
Závazky k zaměstnancům	5 371	5 678	4 514
Závazky ze sociálního zabezpečení	2 529	3 141	2 468
Stát - daňové závazky a dotace	978	2 296	5 661
Krátkodobé přijaté zálohy	105 079	98 642	97 621
Jiné závazky	2 892	1 002	1 685
Dohadné účty pasivní	42 926	29 504	23 506
Bankovní úvěry a výpomoci	4	41 347	141 358
Krátkodobé finanční výpomoci	4	4	331
Výdaje příštích období	381	464	350

Příloha C Výsledovka společnosti T Machinery a.s. v letech 2007 - 2009

Položka	31.12.2007	31.12.2008	31.12.2009
Tržby za prodej zboží	232 069	155 002	199 111
Náklady vynaložené na prodané zboží	191 333	124 349	158 865
Obchodní marže	40 736	30 653	40 246
Výkony	696 246	569 670	459 195
Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	775 694	574 745	352 717
Změna stavu vnitropodnik. zásob vlast. činnosti	- 82 774	- 9 238	105 025
Výkonová spotřeba	504 949	414 530	335 143
Spotřeba materiálu a energie	335 292	278 231	252 825
Služby	169 657	136 299	82 318
Přidaná hodnota	232 033	185 793	164 298
Osobní náklady	98 882	116 591	102 371
Mzdové náklady	71 770	85 130	75 268
Náklady na sociální zabezpečení	24 965	29 368	23 995
Sociální náklady	1 113	2 093	2 343
Daně a poplatky	134	176	180
Odpisy NIM, HIM	10 436	12 176	14 523
Tržby z prodeje IM a materiálu	1 600	39 077	11 651
Zůstatková cena z prodeje IM a materiálu	1 047	39 021	11 651
Změna stavu rezerv a opravných položek v provozní oblasti	23 304	20 381	5 570
Ostatní provozní výnosy	37 910	46 700	45 147
Ostatní provozní náklady	41 109	44 961	44 030
Provozní hospodářský výsledek	96 631	38 264	42 771
Výnosové úroky	786	250	954
Nákladové úroky	- 9	2 342	5 115
Ostatní fin. výnosy	15 887	25 442	14 969
Ostatní fin. náklady	20 284	26 881	29 507
Hospodářský výsledek z finančních operací	- 3 602	- 3 551	- 18 699
Hospodářský výsledek za běžnou činnost	68 831	27 220	13 565
Hospodářský výsledek za účetní období	68 831	27 220	13 565
Hospodářský výsledek před zdaněním	93 029	34 713	24 072

Příloha D Sortiment společnosti T Machinery a.s.

Mechanizované výztuže

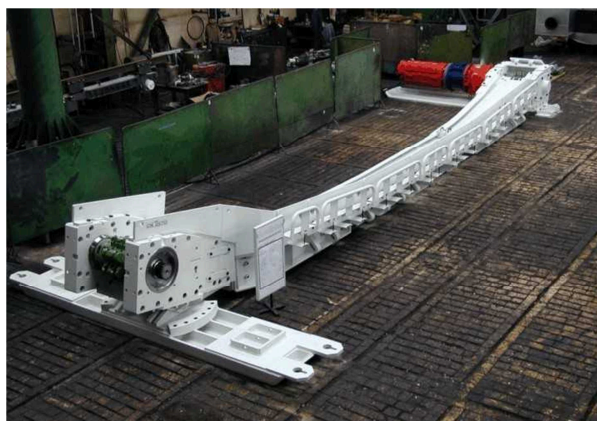


Výztuž MVPO 4000

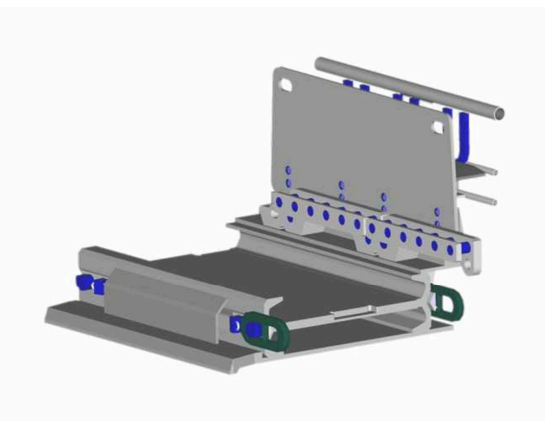


Výztuž MVPO 3500

Porubové hřeblové dopravníky



Dopravník SHD 225



Dopravník SHD 285/965

Podporubová zařízení



na závěsné drážce



na samostatné konstrukci

[illegible]

Příloha F Snímek pracovního dne „bruska na kulato“

Závod: T Machinery a.s.				POZOROVACÍ LIST				Číslo krycího listu	
Provoz: strojírna								PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE		Číslo snímku 1
Středisko: dílna obrobna 02				Začátek pozorování	6:00:00	Stáří pracovníka		Zpracován na práci	Broušení
Datum: 8.3.2012		Symbol času							
Den týdne: čtvrtek			Konec pozorování	14:00:00	Osobní číslo pracovníka		Snímek provedl	Petr Píštěk	
Směna: ranní									
Poř. čís.	Čas		Symbol času	Jméno pracovníka		Kvalifikační třída	6	Snímek vyhotovil	Petr Píštěk
	postup hh:mm	jednot hh:mm								Název spotřeby času		Poznámka
1	6:00	0:00		Příchod na pracoviště					
2	6:08	0:08	T _{C1}	Zahřátí stroje (vyfasování pracovních nástrojů)					
3	6:15	0:07	T _{B1}	Studie dokumentace					
4	6:20	0:05	T _{A1}	Obsluha jeřábu					
5	6:25	0:05	T _{A1}	Uchycení obrobku do jeřábu a přesunutí ke stroji					
6	6:27	0:02	T _{E1}	Očištění hran poškozených předchozí manipulací					
7	6:30	0:03	T _{A1}	Mazání upínacích ploch					
8	6:37	0:07	T _{A1}	Upínání do stroje na lící desku s unašečem - vystředění					
9	6:40	0:03	T _{A1}	Měření obvodové házivosti				Zahájena výroba prvního kusu	
10	6:43	0:03	T _{A1}	Měření čelní házivosti					
11	6:50	0:07	T _{E1}	Zavolání kontrolora z důvodu odchylky házivosti					
12	6:55	0:05	T _{A1}	Broušení čela					
13	7:04	0:09	T _{A1}	Nastavení dorazů délky 140mm					
14	8:34	1:30	T _{A1}	Broušení průměru 180 k6					
15	8:36	0:02	T _{A1}	Přerušeni kontrola rozměru					
16	8:40	0:04	T _{C1}	Doplnění chladicí kapaliny					
17	9:05	0:25	T _{A1}	Broušení průměru 180 k6					
18	9:06	0:01	T _{A1}	Kontrola rozměru					
19	9:10	0:04	T _{A1}	Značení délky 20mm pro lepší nasazení ložiska (pr. 180 f7)					
20	9:20	0:10	T ₂	WC					

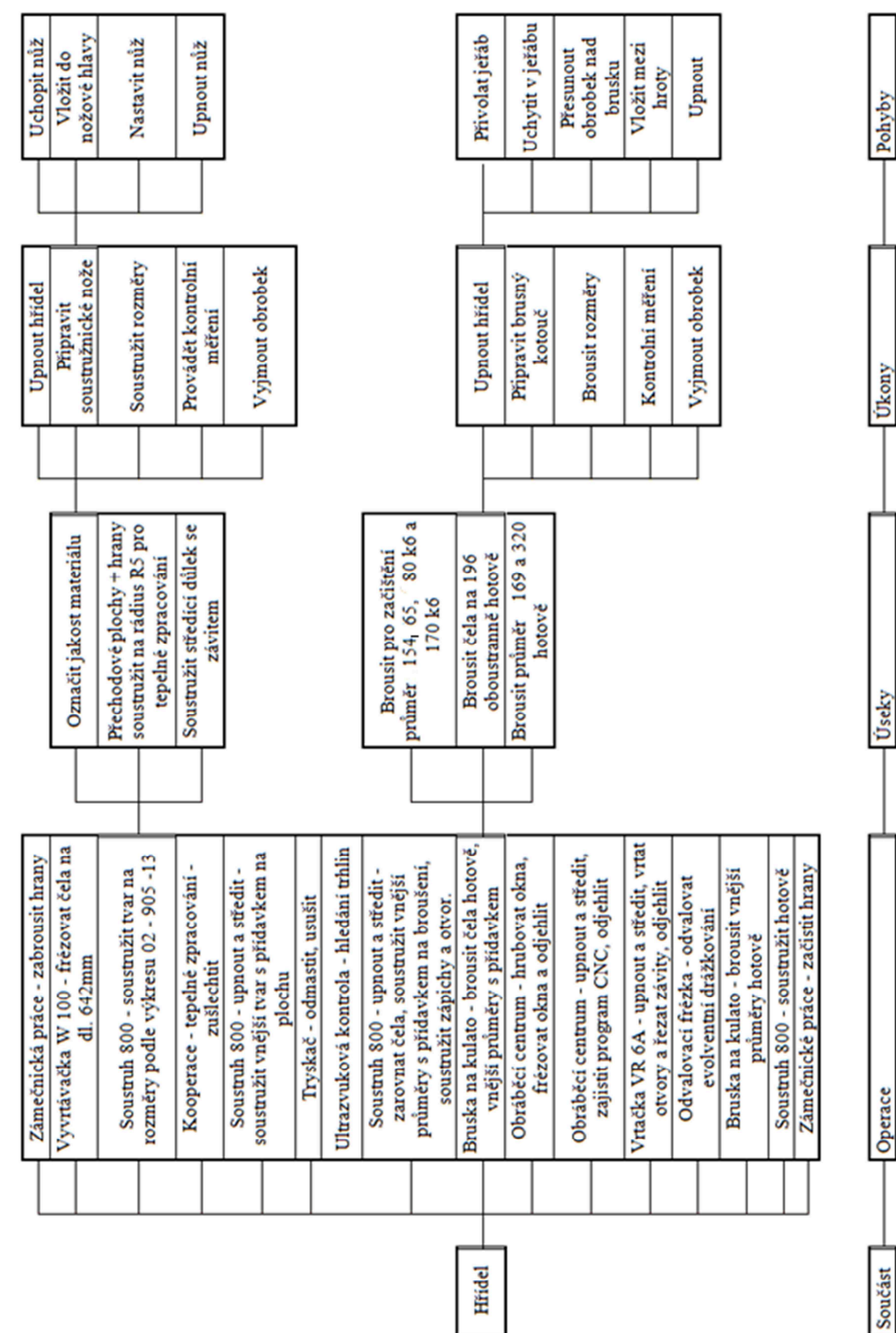
21	9:27	0:07	T _{AI}	Broušení průměru 180 f7 délky 20 mm	
22	9:29	0:02	T _{AI}	Kontrola rozměru	
23	9:33	0:04	T _{AI}	Nastavení kotouče na průměr 154 f6	
24	10:15	0:42	T _{AI}	Broušení průměru 154 f6	
25	10:20	0:05	T _{AI}	Kontrola rozměru	
26	10:30	0:10	T _D	WC	
27	11:00	0:30	T ₂	Obědová přestávka	
28	11:02	0:02	T _D	Pozdní příchod na pracoviště	
29	11:07	0:05	T _{AI}	Obsluha jeřábu	
30	11:14	0:07	T _{AI}	Otočení obrobku broušení průměru 170 k6	
31	11:20	0:06	T _{AI}	Nastavení dorazů délky 80 mm	
32	12:00	0:40	T _{AI}	Broušení průměru 170 k6	
33	12:10	0:10	T _{AI}	Broušení čela	
34	12:15	0:05	T _{AI}	Obsluha jeřábu	1 výrobek hotov
35	12:19	0:04	T _{AI}	Vytažení obrobku pomocí jeřábu	
36	12:24	0:05	T _{AI}	Výměna obrobku, uchycení nového do jeřábu	
37	12:26	0:02	T _{EI}	Očištění hran poškozených předchozí manipulací obrobek 2	
38	12:28	0:02	T _{AI}	Mazání upínacích ploch obrobek 2	
39	12:35	0:07	T _{AI}	Upnutí do stroje tak, aby bylo možné broušení průměru 170 k6 obrobek 2	
40	12:38	0:03	T _{AI}	Měření obvodové házivosti obrobek 2	Zahájena výroba 2 kusu
41	12:42	0:04	T _{AI}	Měření čelní házivosti obrobek 2	
42	12:48	0:06	T _{EI}	Zavolání kontrolora z důvodu odchylky házivosti obrobek 2	
43	12:51	0:03	T _{AI}	Nastavení dorazů délky 80 mm obrobek 2	
44	13:32	0:41	T _{AI}	Broušení průměru 170 k6 délky 80 mm obrobek 2	
45	13:37	0:05	T _{AI}	Broušení čela obrobek 2	
46	13:42	0:05	T _{AI}	Obsluha jeřábu	
47	13:48	0:06	T _{AI}	Vyjmutí obrobku ze stroje	
48	14:00	0:12	T _{C1}	Úklid stroje	
49	14:00	0:00		Odchod z pracoviště	
Poznámka					

Příloha G Snímek pracovního dne „odvalovací frézka“

Závod: T Machinery a.s.			POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE				Číslo krycího listu 2		
Provoz: strojírna							Číslo snímku 2		
Středisko: dílna obrobna 2			Začátek pozorování	6:00:00	Stáří pracovníka		Zpracován na práci	obrážka	
Datum:		8.3.2012		Konec pozorování	14:00:00	Osobní číslo pracovníka	Snímek provedl	Petr Píštěk	
Den týdne:		čtvrtek		Jméno pracovníka		Kvalifikační třída	6	Snímek vyhotovil	Petr Píštěk
Směna:		ranní							
Poř. čís.	Čas		Symbol času	Název spotřeby času			Poznámka		
	postup hh:mm	jednot. hh:mm							
1	6:00	0:00		Příchod na pracoviště					
2	6:08	0:08	T _{CI}	Zahřátí stroje (vyfasování nástrojů)					
3	6:15	0:07	T _{BI}	Studie dokumentace					
4	6:20	0:05	T _{AI}	Obsluha jeřábu					
5	6:25	0:05	T _{AI}	Uchycení obrobku do jeřábu a přesunutí ke stroji					
6	6:37	0:12	T _{AI}	Upnutí obrobku a jeho středění ve stroji					
7	6:45	0:08	T _{AI}	Měření házivosti obrobku - rovinnost čelní plochy					
8	7:08	0:23	T _{AI}	Nastavení nástroje vůči obrobku					
9	7:19	0:11	T _{AI}	Nastavení stroje - sladění posuvů obrobku a nástroje					
10	7:24	0:05	T _{AI}	Spuštění CNC programu obrábění evolventního drážkování			Zahájena výroba prvního kusu		
11	7:30	0:06	T _{A3}	Vizuální kontrola zda je operace prováděna dle nastavení a nehrozí kolize nástroje s obrobkem					
12	7:31	0:01	T _{EI}	Přesun na druhý stroj, kde čeká stejný typ obrobku (tedy postup se opakuje)					
13	7:35	0:04	T _{AI}	Obsluha jeřábu					
14	7:40	0:05	T _{AI}	Uchycení obrobku do jeřábu a přesunutí ke stroji					
15	7:54	0:14	T _{AI}	Upnutí obrobku a jeho středění ve stroji					
16	8:00	0:06	T _{AI}	Měření házivosti obrobku - rovinnost čelní plochy					
17	8:16	0:16	T _{AI}	Nastavení nástroje vůči obrobku					
18	8:28	0:12	T _{AI}	Nastavení stroje - sladění posuvů obrobku a nástroje					
19	8:32	0:04	T _{AI}	Spuštění CNC programu obrábění evolventního drážkování			Zahájena výroba druhého kusu		
20	9:10	0:38	T _{A3}	Vizuální kontrola zda je operace prováděna dle nastavení a nehrozí kolize nástroje s obrobkem					
21	9:12	0:02	T _{EI}	Přesun k prvnímu stroji					
22	9:55	0:43	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem					
23	9:57	0:02	T _{EI}	Přesun k druhému stroji					
24	10:20	0:23	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem					

25	10:27	0:07	T ₂	WC	
26	10:28	0:01	T _{E1}	Vypnutí druhého stroje	
27	10:30	0:02	T _{E1}	Přesunutí k prvnímu a jeho vypnutí	
28	11:00	0:30	T ₂	Přestávka na oběd klid strojů	
29	11:02	0:02	T _{A1}	Návrat z obědu a zapnutí prvního stroje	
30	11:04	0:02	T _{E1}	Přesunutí ke druhému stroji a jeho zapnutí	
31	11:32	0:28	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
32	11:34	0:02	T _{E1}	Přesun k prvnímu stroji	
33	12:02	0:28	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
34	12:03	0:01	T _{E1}	Přesun ke druhému stroji	
35	12:34	0:31	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
36	12:36	0:02	T _{E1}	Přesun k prvnímu stroji	
37	13:02	0:26	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
38	13:03	0:01	T _{E1}	Přesun ke druhému stroji	
39	13:23	0:20	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
40	13:24	0:01	T _{E1}	Přesun k prvnímu stroji	
41	13:30	0:06	T _{A3}	Vizuální pozorování, blíží se konec operace obrábění evolventního drážkování	
42	13:34	0:04	T _{A1}	Obsluha jeřábu	
43	13:39	0:05	T _{A1}	Uchycení obrobku a jeho vyjmutí do skladovací bedny	1 výrobek hotov
44	13:40	0:01	T _{E1}	Přesunutí ke druhému stroji	
45	13:57	0:17	T _{A3}	Vizuální kontrola prováděné operace, dohled nad strojem	
46	14:00	0:03	T _{A3}	Příchod pracovníka druhé směny informování jej o blížícím se konci procesu	
47	14:00	0:00		Odchod z pracoviště	
Poznámka					

Příloha H Rozčlenění operací u součástky „Unašec satelitů“



Příloha I Rozčlenění operací u součástky „Unašec satelitů“ Multicut TP

